Art. 154 9l

<36601838410014

<36601838410014

Bayer. Staatsbibliothek

PRAKTIKUM

DER

WISSENSCHAFTLICHEN

PHOTOGRAPHIE

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

VON

Dr. CARL KAISERLING

ASSISTENT AM KÖNIGL. PATHOLOGISCHEN INSTITUT IN BERLIN

MIT 4 TAFELN UND 193 ABBILDUNGEN IM TEXT.

BERLIN
VERLAG VON GUSTAV SCHMIDT
(VORM. ROBERT OPPENHEIM)
1898

94 H

3/3 F

PRAKTIKUM

DER

WISSENSCHAFTLICHEN PHOTOGRAPHIE

VON

DR. CARL KAISERLING

ASSISTENT AM KÖNIGL. PATHOLOGISCHEN INSTITUT IN BERLIN.

Mit etwa 200 Abbildungen und 4 Tafeln. Preis: geh. M. 8.—, geb. M. 9.—.

Die Photographie zu wissenschaftlichen Zwecken entbehrte bis jetzt einer zusammenhängenden, kurzgefassten Darstellung. Vielmehr musste sich der Anfänger an der Hand von Spezialwerken das für seine Zwecke Brauchbare zusammensuchen und durch zeitraubende Versuche die einzelnen Methoden durchprobieren. Diesem allgemein empfundenen Mangel will das vorliegende Buch nun abhelfen.

Durch die *photographischen Kurse,* die der Verfasser seit einer Reihe von Jahren für *Ärzte* und *Naturforscher* abhält, hat er die Bedürfnisse und Wünsche kennen gelernt, die der angehende und fortgeschrittene Amateur für seine wissenschaftliche Thätigkeit in der Photographie empfindet. Das Buch ist somit aus reicher praktischer Erfahrung hervorgegangen. Die Darstellung ist eine nach Möglichkeit knappe und so einfache, dass jeder gebildete Amateur-Photograph, ohne Fachmann zu sein, das Dargebotene verstehen und praktisch anzuwenden vermag.

Von den theoretischen Grundlagen der Photographie ist in dem Buche nur das gebracht, was unumgänglich zum Verständnis nötig, und von den technischen Methoden das, was vom Verfasser in eigener langjähriger Praxis vielfach erprobt wurde.

Der Inhalt besteht aus folgenden Kapiteln:

1. Das Licht und seine Wirkungen.
2. Der Aufnahmeapparat.
3. Die Aufnahme.
4. Das Negativverfahren.
5. Das Positivverfahren.
6. Die Vergrösserung und die Mikrophotographie.
7. Die Stereoskopie.
8. Die Verwendung der X-Strahlen.
9. Die Photographie in natürlichen Farben und die Reproduktions-Verfahren.

Register.

Die Verlagsbuchhandlung.

PRAKTIKUM

DER

WISSENSCHAFTLICHEN

PHOTOGRAPHIE

VON

DR. CARL KAISERLING

ASSISTENT
AM KÖNIGL. PATHOLOGISCHEN INSTITUT
IN BERLIN

MIT 4 TAFELN UND 193 ABBILDUNGEN IM TEXT

BERLIN

VERLAG VON GUSTAV SCHMIDT

(VORM. ROBERT OPPENHEIM)

1898

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Alle Rechte vorbehalten.

HERRN

GEHEIMEN MEDIZINAL-RAT

PROFESSOR DR.

RUDOLF VIRCHOW,

SEINEM

HOCHVEREHRTEN CHEF UND LEHRER,

IN DANKBARKEIT

GEWIDMET

VOM

VERFASSER

VORWORT.

Während die Amateurphotographie mehr und mehr aufhört, ein Zeitvertreib oder eine Spielerei zu sein, wird sie immer mehr ein unentbehrliches Hilfsmittel in Kunst und Wissenschaft. Je weitere Gebiete sie sich erobert, um so gröſser wird dem Zuge der Zeit entsprechend die Zahl der Spezialisten. Früher unterschied man Fachleute und Laien, heute hat man Porträt-, Landschafts-, Architektur- und Reproduktionsphotographen, man kennt eine Fach-, eine wissenschaftliche, eine künstlerische, ja eine lebende Photographie; Mediziner, Astronomen, Mikroskopiker, Geometer u. a. haben eine selbständige, mit besonderem Namen belegte Spezialphotographie, und noch immer droht eine weitere Spezialisierung. Wenn nun auch nicht geleugnet werden kann, daſs durch die Spezialrichtungen eine Vertiefung der einzelnen Zweige erfolgt, so liegt andererseits die Gefahr nahe, daſs der einzelne den Überblick verliert und in seinem Spezialfach verflacht und (s. v. v.) Routinier wird. Die Photographie als solche ist eine Technik. Sie gebraucht Kunst und Wissenschaft als Hilfsmittel, und ist wiederum ein Hilfsmittel für beide. Diese Wechselbeziehung ist so eng und fest, daſs sie ohne schädliche Folgen nicht gelöst werden darf. Aus diesen Erwägungen heraus habe ich mich entschlossen, den Wünschen nachzukommen, die von vielen Seiten mir geäuſsert wurden, das niederzuschreiben, was ich in meinen vorwiegend für Ärzte berechneten Kursen der Photographie zu wissenschaftlichen Zwecken vorzutragen pflege. Kaum hatte ich die Arbeit begonnen, so erkannte ich, daſs die gestellte Aufgabe mehr Schwierigkeiten bot,

als ich geglaubt hatte. Um die Fülle des Stoffes in dem vorgeschriebenen Rahmen abzuhandeln, habe ich mich der äuſsersten Kürze befleiſsigt. Dinge, die eigene Anschauung erfordern, sich mit Worten schwer oder gar nicht beschreiben lassen, habe ich nur angedeutet, die Figuren nur kurz beschrieben und dem geneigten Leser zugemutet, sie selber genauer durchzustudieren; andere Dinge hingegen, welche gleichsam die Fundamente einer wissenschaftlichen Ausübung der Photographie sind, die Optik, Spektroskopie u. s. w. sind ausführlicher behandelt. Anfangs hatte ich die Absicht, den wissenschaftlichen Zweck mit einer streng wissenschaftlichen Behandlungs- und Ausdrucksweise zu unterstützen. Das erwies sich aber als ungünstig. Meine Erfahrung im Unterricht hat mir gelehrt, daſs der angehende Photograph diese Behandlungsweise nicht liebt, daſs ihm eine klare Vorstellung von irgend welchen Verhältnissen wertvoller ist, als ihre wissenschaftliche Begründung. Daher habe ich die Optik und Mikrophotographie ohne mathematische Formeln dargestellt und hoffe, daſs der Leser die Anregung aus der Lektüre erhält, an der Hand gröſserer Spezialwerke sich durch Selbststudium weiter zu bilden. Um das Buch nicht zu einem Spezialwerke für Mediziner zu machen, und andererseits nicht durch eine zu groſse Fülle des Materials die allgemeinere Verwendung zu erschweren, habe ich solche Gebiete, deren Interessentenkreis ein relativ kleiner ist, ganz übergangen, z. B. die Himmelsphotographie, die Photogrammetrie u. s. w. Von den technischen Methoden ist so viel gebracht, daſs sie für alle Fälle genügen dürften.

Wenn nun auch den einzelnen Kapiteln eine gewisse Selbständigkeit gegeben ist, so bildet doch erst ihre Gesamtheit ein einigermaſsen geschlossenes Ganzes. Ganz absichtlich ist der beliebte Schematismus vermieden, der zwar ein mechanisches Arbeiten erleichtert, aber zur Gedankenlosigkeit veranlaſst. Kommen dann unvorhergesehene Hindernisse und Schwierigkeiten, so ist der Schematiker ratlos. Je mehr sich der Photograph vermöge seiner allgemeinen Kenntnisse und seiner gewissen natürlichen Erfindungsgabe und Geschicklichkeit selber zu helfen weiſs, um so weiter wird er es bringen, um so mehr Zeit und Geld sparen. Eine Inhaltsübersicht, sowie die Marginalien und der unterschiedliche Textdruck helfen neben dem alphabetischen Register zur schnellen Auffindung einzelner Dinge.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinen Dank denjenigen Herren auszusprechen, die mich bei meiner Arbeit mit Rat und That unterstützt haben. In erster Linie sage ich meinen Dank

meinem Chef, Herrn Geheimen Medizinalrat Prof. Dr. Rudolf Virchow, der mir nicht nur mancherlei Anregungen gegeben hat, sondern auch bereitwilligst den Arbeitsraum namentlich für die Radiographie und Mikrophotographie zur Verfügung stellte. Für die Durchsicht des Manuskripts bin ich Herrn Hofphotographen Halwas in Berlin (Kap. III, IV, V) und Herrn Dr. Czapski aus Jena (Kap. VI) zu grofsem Danke verpflichtet.

Ich bin mir wohl bewufst, dafs noch manches in dem vorliegenden Buche verbesserungsbedürftig ist, und ich würde dankbar sein für jeden Fingerzeig aus dem Kreise derer, die mit mir bestrebt sind, auch in der Photographie der täglichen Praxis die wissenschaftliche Methode der Arbeit zu fördern.

Berlin, im April 1898.

Carl Kaiserling.

INHALTSÜBERSICHT.

Kapitel I. **Das Licht und seine Wirkungen.**

Lichtquellen. — Das Licht. — Spektrum. — Spektroskop mit abgelenktem Strahl. — Gang der Lichtstrahlen im Spektroskop. — Justierung des Fernrohres, des Spaltes, des Prismas, des Skalenrohres, des Spektroskopes. — Gradsichtiges Taschenspektroskop. — Justierung des Taschenspektroskopes und seine Brauchbarkeit. — Kontinuierliches Spektrum. — Linienspektren. — Umkehrung der Linien. — Entstehung der Fraunhoferschen Linien. — Spektralfarben. — Young-Helmholtzsche Theorie der Farbenwahrnehmung. — Komplementärfarben. — Körperfarben. — Absorptionsspektralanalyse. — Graphische Darstellung der Absorptionsspektren. — Absorptionsspektren einiger roten, gelben, grünen, blauen, violetten, brauen Farbstoffe. — Erstehung der Körperfarben. — Mischung verschiedener Farbstoffe. — Optische Helligkeit. — Photometrie. — Albedo. — Photometer. — Webers Photometer. — Lichteinheiten: Kerze, Amylacetatlampe, Meterkerze, Sekundenmeterkerze. — Wärmewirkung des Lichtes. — Absorption der Wärmestrahlen. — Chemische Wirkungen der Lichtstrahlen. — Ultraviolett. — Absorption des Ultraviolett durch verschiedene Körper. — Sensitometrie. — H. W. Vogels Sensitometer. — Reciprocitätsgesetz. — Warnerkes Sensitometer. — H. W. Vogels Röhrenphotometer. — Scheiners Sensitometer. — Photographische Lichteinheit. — Anwendung der Sensitometer. — Optische und chemische Helligkeit. — Tageslicht. — Lichtwirkung auf die Silbersalze. — Chemische und optische Sensibilisatoren. — Entwicklung des latenten Bildes. — Solarisation. — Seitliche Verbreiterung. — Irradiation. — Hofbildung auf Platten. — Beseitigung der Hofbildung durch Hintergufs, Films, lichthoffreie Platten. — Silberverbindungen: Höllenstein, Bromsilber, Chlorsilber, Jodsilber. — Gelatineemulsionen. — Lichtwirkung auf Bromsilbergelatine u. Chlorsilbergelatine. — Orthochromatische Platten.

Kapitel II. **Der Aufnahmeapparat.**

Einleitung. — Linsenbilder. — Brechungsgesetz. — Linsenformen. — Hauptstrahlen. — Brennpunkte. — Brennweite. — Linsenregeln. — Bestimmung der Brennweite. — Linsenfehler. — Farbenabweichung, Ursache, Folgen, Beseitigung. — Sekundäres Spektrum. — Achromate und Apochromate. — Focusdifferenz. — Prüfung

auf Focusdifferenz. — Sphärische Aberration, Ursache, Folgen, Beseitigung. — Schiefe Strahlen. — Bildfeldwölbung, Wesen, Folge, Beseitigung. — Brennweite schiefer Strahlen. — Verzeichnung, Ursache, Folge, Beseitigung. — Aplanate. — Coma, Entstehung, Folgen, Beseitigung. — Axenparallele Strahlen in zwei zu einander senkrechten Ebenen. — Schiefe Strahlen in zwei zu einander senkrechten Ebenen. — Astigmatismus, Ursache, Folge, Beseitigung. — Objektive ohne Astigmatismus. — Beugungsaberration. — Spiegelflecke, Entstehung, Beseitigung, Prüfung darauf. — Herstellung eines Objektives. — Lichtstärke. — Relative Öffnung. — Wirksame Öffnung. — Bestimmung der wirksamen Öffnung. — Helligkeit am Rande. — Miethes Kompensator. — Tiefenabweichung. — Relative Schärfe der Linsenbilder. — Tiefe des Focus und der Schärfe. — Form und Bezeichnung der Blenden. — Übertriebene Perspektive. — Falsche Perspektive. — Wichtigste Objektivkonstruktionen, Doppelanastigmat, Kollinear, Orthostigmat, Zeiſs' Anastigmate, Satzanastigmate und Objektivsätze, Aplanate, Weitwinkel, Weitwinkelanastigmate, Teleobjektive. — Wahl eines Objektivs. — Objektivring. — Die Kamera. — Reisekamera. — Leichte Kameras. — Kassetten. — Atelierkamera. — Handkameras. — Wechselkassetten. — Das Stativ und seine Prüfung. — Stativfeststeller. — Stativkopf. — Dosenlibelle. — Einstelltuch. — Kameratasche. — Prüfung der Kamera und Kassetten. — Pflege der Kamera. — Momentverschlüsse.

Kapitel III. **Die Aufnahme.**

Einheit der Photographie. — Bestimmung der Expositionszeit unter verschiedenen Verhältnissen. — Personenaufnahmen. — Identifizierung durch Maſs und Bild. — Typenaufnahmen. — Anthropologische Aufnahmen. — Beleuchtung bei Personenaufnahmen im Atelier und Zimmer. — Hintergrund. — Aufnahme im Freien. — Gruppenaufnahmen. — Aufnahme einzelner Körperteile. — Aufnahme von Leichen. — Tierstudien. — Aufnahme von Sammlungsobjekten. — Aufnahme frischer anatomischer Präparate. — Aufnahme von Instrumenten und Maschinen. — Aufnahme botanischer Objekte. — Aufnahme mit schwacher Vergröſserung. — Landschaftsaufnahmen. — Wolkenaufnahmen. — Aufnahme von Zeichnungen, farbigen Bildern, alten Handschriften. — Architekturaufnahmen. — Interieuraufnahmen. — Aufnahmen bei Magnesiumlicht. — Kombination von Tages- und Magnesiumlicht. — Magnesiumlicht in der ärztlichen Praxis. — Fernaufnahmen.

Kapitel IV. **Das Negativverfahren.**

Trockenplatten. — Herstellung der Trockenplatten. — Normalgröſsen. — Empfindlichkeit der Platten. — Haltbarkeit der Platten. — Glasplatten. — Films. — Farbenempfindliche Platten. — Selbstherstellung orthochromatischer Badeplatten. — Lichthoffreie und abziehbare Platten. — Die Dunkelkammer. — Beleuchtung der Dunkelkammer. — Rote Gläser. — Ersatz und Selbstherstellung roter Gläser. — Gelbe Gläser. — Dunkelkammerlampen. — Reiselaternen. — Wechselsack und Ersatz. — Prüfung der Dunkelkammerbeleuchtung. — Der Arbeitstisch. — Schalen. — Waschkasten. — Die Entwicklung mit Rodinal, Glycin, Standentwicklung, Metol, Metol-Hydrochinon, Amidol, Eisenoxalat, Pyrogallussäure, Hydrochinon, Rapidhydrochinon. — Übersicht über die Entwickler. — Abspülen. — Fixieren. — Gerben der Platten. — Waschen der Negative. — Langsames und schnelles Trocknen der Negative. — Zerstörung des Fixiernatrons. — Probe auf Fixiernatron. — Verstärkung mit Urannitrat. — Teilweise Verstärkung. — Quecksilberverstärker. — Abschwächer. — Behandlung überexponierter Negative. — Retouche der Negative auf der Rück- und Vorderseite. — Herstellung künstlicher Wolken. — Abdecken. — Ausflecken. — Lackieren. — Aufbewahren der Negative.

Kapitel V. **Das Positivverfahren.**

Rohpapier. — Vorpräparation. — Albuminpapier und seine Behandlung. — Emulsionspapiere. — Kopierrahmen. — Das Kopieren. — Bildbegrenzung. — Abtönen der Bilder. — Abdecken des Hintergrundes. — Tonen der Albuminbilder. — Fixieren der Bilder. — Tonen der Emulsionspapiere. — Härten der Gelatinebilder. — Hochglanz. — Tonfixierbäder. — Positive auf Glas. — Diapositive. — Kolorieren der Diapositive. — Verkleinerte Diapositive. — Entwicklungspapiere. — Kilometerphotographie. — Bromsilberpapier, Kopieren und Entwickeln. — Photoleinen. — Kopieren der Papierpositive. — Platindruck. — Aufbewahrung des Platinpapieres, Kolorieren, Entwickeln und Fixieren. — Platinbilder nach dünnen Negativen. — Verstärken der Platinbilder. — Platinpapiere mit kalter und heifser Entwicklung. — Der Kohledruck. — Sensibilisierung des Pigmentpapiers. — Kopieren mit Hilfe von Photometern. — Der einfache Übertrag. — Der doppelte Übertrag. — Hochglanz der Pigmentbilder. — Diapositive und Pigmentdruck. — Entwicklung der Pigmentbilder. — Härtung und Fertigstellung der Kohlebilder. — Beschneiden der Papierbilder. — Das Aufkleben. — Der Karton. — Positivretouche. — Photographische Wandtafeln und Bemalen derselben mit Öl-, Aquarell- und Pastellfarben.

Kapitel VI. **Die Vergröfserung und Mikrophotographie.**

I. Die Vergröfserung. Grundgesetz. — Prinzip der Beleuchtung. — Stellung des Objektivs. — Vergröfserung mit Tageslicht. — Nachteile. — Anordnung des Apparates und der empfindlichen Schicht. — Kontrolle der Beleuchtung. — Vergröfserungspapiere. — Bestimmung der Expositionszeit. — Vergröfserung auf Platten. — Vergröfserungskamera. — Verwendung künstlicher Lichtquellen. — Beleuchtungslinsen. — Reflektoren. — Verschiedene Lichtquellen für Vergröfserungsapparate. — Handhabung der Kalklampen. — Bogenlicht. — Magnesiumlicht. — Vergröfserungsapparate für künstliches Licht. — Objektive für Vergröfserungen. — Ausführung der Vergröfserung. — Projektionsschirme. — Projektionsapparate für Diapositive. — Projektionsapparate für Institute. — Projektion undurchsichtiger Gegenstände. — Projektion schwimmender Objekte. — Der Kinematograph. — Entwicklung der Serienbilder. — Verwendung des Kinematographen für wissenschaftliche Zwecke. II. Die Mikrophotographie. — Übersichtsbilder bei schwacher Vergröfserung. — Objektive dazu. — Beleuchtung bei schwachen Vergröfserungen. — Der Hilfskondensor. — Das Mikroskop und seine Bestandteile. — Das mikrophotographische Stativ von Zeifs. — Prinzip der Beleuchtung. — Die mikroskopischen Objektive, Apochromate, Achromate. — Das Okular. — Das Projektionsokular. — Deckglasdicke. — Korrektionsobjektive. — Beschaffenheit der Präparate. — Die Apertur des Beleuchtungskegels. — Abbéscher Kondensor. — Der achromatische Kondensor. — Ersatz des Kondensors durch Objektive. — Verbindung zwischen Mikroskop und Kamera. — Verschiedene mikrophotographische Kameras. — Aufstellung des Mikroskops. — Die Einstellung. — Farben- und Lichtfilter. — Ultraviolette Strahlen. — Stellung des Filters. — Aufstellung und Centrierung des mikrophotographischen Apparates. — Das Arbeitszimmer. — Isolierte Pfeiler. — Aufstellung des Mikroskopes, der Lichtquelle, der Kamera, des Kondensors, der Hilfsblende. — Wahl der Objektive. — Aufnahme mit schwachen Linsen. — Beseitigung der Reflexe. — Abhaltung fremden Lichtes. — Wahl der Platten. — Aufnahme mit mittelstarken Achromaten ohne Okular. — Verschiedene Beleuchtungstheorieen. — Aufnahme mit starken Achromaten. — Gebrauch des achromatischen Kondensors. — Kontrolle der Apertur. — Aufnahmen mit Hilfe gewöhnlicher Okulare. — Aufnahmen mit Apochromaten. — Aufnahme schwach gefärbter und ungefärbter Präparate. — Die Exposition. — Die Sonne als Lichtquelle. —

Heliostaten und ihre Aufstellung. — Bildbegrenzung. — Bestimmung der Vergröfserung. — Mikrometrie mit Hilfe der Photographie. — Vereinfachung des Instrumentariums. — Aufnahmen mit dem Mikrospektroskop. — Aufnahmen mit Hartnacks Spektroskop. — Aufnahmen mit dem Spektropolarisator. — Justierung der Mikrospektroskope. — Aufnahmen im polarisierten Lichte. — Wahl der dazu geeigneten Objektive. — Der Polarisator. — Das Präparat. — Der Analysator und das Okular. — Expositionszeit. — Einschaltung der Gips- und Glimmerplättchen. — Aufnahme von Axenbildern.

Kapitel VII. **Die Stereoskopie.**

Zweck der Stereoskopie. — Vorteile. — Schwierigkeiten. — Das körperliche Sehen. — Prinzip der Stereoskopie. — Konstruktion normaler Bilder. — Photographische Stereoskopbilder. — Vertauschung der Bilder. — Lage der Fernpunkte. — Bilder mit vergröfserter und verkleinerter Objektiventfernung. — Lage der Hauptpunkte. — Verschiebung der Hauptpunkte. — Der Ausschnitt. — Der Aufnahmeapparat. — Die Kamera. — Plattenformat. — Die Scheidewand. — Befestigung der Objektive, Einrichtung des Objektivbrettes. — Wahl der Objektive. — Objektivverschlüsse. — Käufliche Stereoskopkameras. — Das Stereoskop. — Die Aufnahme. — Seitliche Bildbegrenzung auf der Kopie und dem Negativ. — Kontrolle der Begrenzung. — Horizontale Begrenzung. — Das Aufkleben. — Wahl der Kopierpapiere. — Diapositive und ihre Zurichtung. — Falsche Anordnung der Bilder, pseudoskopischer Effekt. — Stereoskopische Aufnahmen mit einem Objektiv. — Aufnahmen mit vergröfsertem Linsenabstande. — Mikrostereogramme.

Kapitel VIII. **Die Verwendung der Röntgenstrahlen.**

Wesen der Radiographie. — Fortschritte. — Verwendungsfähigkeit in der Medizin. — Erzeugung der X-Strahlen mit Hilfe der Influenzelektrisiermaschine und dem Induktor. — Stromunterbrecher, Hammer, Quecksilberunterbrecher, Rotationsunterbrecher. — Wartung des Quecksilberunterbrechers. — Stromstärke. — Stromquellen. — Accumulatoren. — Laden der Accumulatoren. — Centralstrom. — Tauchbatterieen. — Die Hittorffschen Röhren. — Prüfung der Röhren. — Behandlung der Röhren. — Erfolge der Radiographie in der Medizin. — Schädliche Wirkungen der X-Strahlen, — Schwarzfärbung der Röhren. — Kassetten. — Platten. — Films. — Verstärkungsschirme. — Abstand der Röhre vom Objekt. — Lagebestimmung von Fremdkörpern. — Stereoskopbilder. — Stellung der Röhre. — Expositionsdauer. — Fertigmachen der Platten.

Kapitel IX. **Die Photographie in natürlichen Farben und die Reproduktionsverfahren.**

Lippmanns Methode. — Eiweifsplatten zu Spektralaufnahmen. — Plattenputzen. — Giefsen der Platten. — Silbern. — Farbbad. — Kassette. — Einstellung. — Entwicklung. — Mischfarben. — Gelatineplatten. — Dreifarbendruck. — Ives Methode. — Jollys Verfahren. — Autotypie. — Lichtdruck. — Heliogravüre. — Vergleichsaufnahme.

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

KAPITEL I.

DAS LICHT UND SEINE WIRKUNGEN.

Die Möglichkeit, mit Hilfe der Photographie einen Gegenstand abzubilden, beruht auf der Eigenschaft der von ihm ausgehenden Lichtstrahlen, chemische Verbindungen unter geeigneten Umständen so zu beeinflussen, daſs sie ein unmittelbar oder nach zweckentsprechender Behandlung sichtbares Abbild liefern. Zunächst müssen wir daher die in Betracht kommenden Eigenschaften des Lichtes und die für die Praxis wichtigsten lichtempfindlichen Substanzen näher betrachten und dann die Bedingungen, unter denen überhaupt ein Bild zu stande kommt, kennen lernen.

Licht-quellen.

Ein Gegenstand wird für das menschliche Auge dadurch sichtbar, daſs von ihm ausgehende Lichtstrahlen unsere Netzhaut treffen. Dabei können diese Gegenstände entweder an sich dunkel sein und nur fremdes, von auſsen her auf sie auffallendes Licht zurückwerfen, oder sie können das Licht selber erzeugen. Ein solcher Körper wird eine **Lichtquelle** genannt. Die gröſste natürliche Lichtquelle, welche dem Menschen zu Gebote steht, ist die Sonne. Im Gegensatz zu ihr werden die irdischen Lichtquellen, die Petroleum-, Gas-, elektrischen und sonstigen Lampen als künstliche Lichtquellen bezeichnet.

Das Licht

Nach dem gegenwärtigen Stande unserer wissenschaftlichen Erkenntnis wird das **Licht** aufgefaſst als eine Wellenbewegung des hypothetischen Lichtäthers, hervorgerufen durch transversale Schwingungen seiner Moleküle. Diese Schwingungen erfolgen un-

gemein schnell, 400—800 Billionen Mal in einer Sekunde, und die Länge der einzelnen Wellen beträgt 390—760 Milliontel-Millimeter. Im gewöhnlichen weißen Lichte sind alle diese Wellenlängen

Spektroskop. gleichzeitig vorhanden. Mit Hilfe des **Spektroskopes** gelingt es, die verschiedenen Strahlengattungen des weißen Lichtes zu trennen und nach Wellenlängen zu ordnen. Das Spektroskop ist in der Neuzeit ein unentbehrliches Hilfsinstrument für den wissenschaftlich arbeitenden Photographen geworden, so daß seine Beschreibung und Handhabung hier etwas genauer geschildert werden soll.

Von einem schmalen senkrechten Spalte fällt ein feines Lichtbüschel auf eine Sammellinse, die so angeordnet ist, daß die Lichtstrahlen nach ihrem Durchgange parallel weiter gehen. Alsdann treffen sie auf ein Prisma und werden bei ihrem Durchgange durch dieses nicht nur von ihrem geraden Wege abgelenkt, sondern auch zu einem rechteckigen Bande auseinander gezogen, das, von **Rot** beginnend, eine Reihe von Farben zeigt, welche in allmählichen Übergängen durch **Orange** zu **Gelb, Grün, Hell-** und **Dunkelblau** und **Violett** sich fortsetzen. Dieses Farbband heißt **Spektrum,** und es zeigt je nach der Lichtquelle, die zur Untersuchung kommt, besondere Eigentümlichkeiten. Um das Spektrum im einzelnen studieren zu können, bringt man noch einige besondere Vorrichtungen am Spektroskop an. Man unterscheidet im wesentlichen drei Arten von Spektroskopen, solche mit Prismen, bei denen der einfallende Strahl entweder von seinem graden Wege abgelenkt wird oder in grader Richtung weiter geht, und solche mit Gittern. Da die letzteren nur sehr selten im Gebrauche sind, können sie hier übergangen werden.

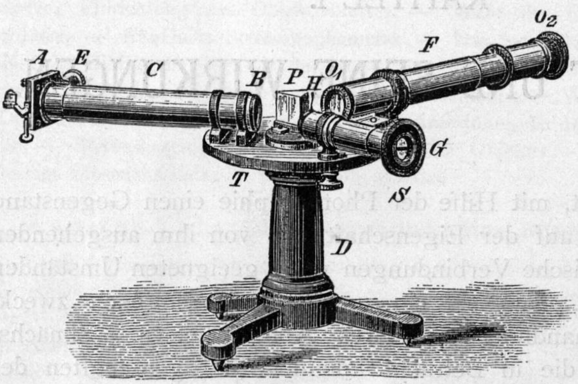


Fig. 1.

Spektroskop mit abgelenktem Strahl. Ein einfaches Spektroskop mit abgelenktem Strahl zeigt Fig. 1. Auf einem schweren eisernen Dreifuß *D* ruht eine horizontale Platte *T*, in deren Mitte ein Glasprisma aufgesetzt ist. Bei *A* befindet sich der Spalt, der durch die Mikrometerschraube *E* enger

oder weiter zu stellen ist. An der Spaltvorrichtung ist ein Rohr angebracht, das sich in einem zweiten Rohre C verschieben läſst. An seinem Ende bei B ist die schon erwähnte Linse, die Kollimatorlinse, eingeschraubt. F ist ein sogenanntes astronomisches Fernrohr mit dem Objektiv bei O_1 und dem Okular bei O_2. Es dient zur Beobachtung des Spektrums. Um in diesem die Lage gewisser Strahlen bestimmen zu können, ist noch das Skalenrohr S so angebracht, daſs das durch die Linse H erzeugte Bild der Skala G an der dem Fernrohr F zugekehrten Seite des Prismas P gespiegelt wird und so gleichzeitig mit dem Spektrum im Fernrohr erscheint. Um fremdes störendes Licht abzuhalten, wird über das Prisma und die ihm zugekehrten Enden des Kollimator-, Skalen- und Beobachtungsrohres eine Kapsel gedeckt.

Gang der Lichtstrahlen.

Den Gang der Lichtstrahlen in diesem Apparat veranschaulicht Fig. 2. Vom Spalt S fallen die Lichtstrahlen auf die Kollimatorlinse B und gehen alsdann parallel weiter zum Prisma P. Hier werden sie gebrochen und gleichzeitig zerstreut. In der Figur sollen die ausgezogenen Linien den Gang der roten, die gestrichelten den Gang der violetten Strahlen veranschaulichen. Nun gelangen die Strahlen zum Fernrohr. Nach weiter unten abgehandelten Gesetzen vereinigen sich die untereinander parallelen Strahlen jeder Farbe, oder, was dasselbe sagt, jeder Wellenlänge, durch die Linse O_1 wieder in einem Punkte, dem Brennpunkte des Fernrohrobjektives bei x. Dieses reelle Bild wird durch das Okular O_2 wie mit einer Lupe betrachtet. Die Strahlen treten schwach divergierend aus und scheinen dem Auge bei A von den nach rückwärts verlängerten Schnittpunkten r_1 und v_1 herzukommen. So sieht das Auge bei x_1 ein vergröſsertes Bild des Spektrums. Bei G ist die Vergleichsskala angebracht, die, im Brennpunkte der Linse H stehend, ein paralleles Lichtbündel auf die dem Beobachtungsfernrohr zugekehrte Fläche des Prismas und von dort durch Spiegelung in das Fernrohr sendet. Da die Strahlen untereinander parallel verlaufen, müssen sie ebenfalls im Brennpunkte bei x vereinigt werden und so gleichzeitig mit dem Spektrum ein Bild liefern.

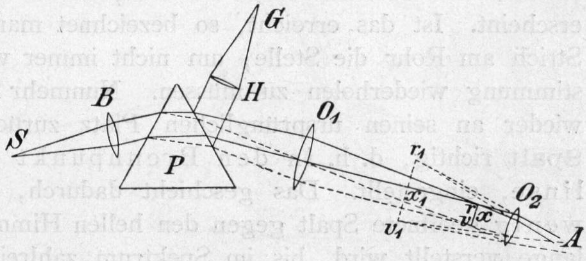


Fig. 2.

Justierung des Spektroskopes: des Fernrohres,

Ehe ein solches Instrument gebraucht werden kann, muſs es so **justiert** werden, daſs der Strahlengang dem eben geschilderten entspricht. Zunächst wird das Fernrohr eingestellt, sodaſs die parallelen Strahlen im Brennpunkte seines Objektives vereinigt werden, oder mit anderen Worten, daſs unendlich entfernte Gegenstände scharfe Bilder liefern. Zu dem Ende wird das **Fernrohr** abgeschraubt, und der Beobachter visiert nach einem möglichst weit entfernten terrestrischen Objekt. Natürlich können auch himmlische Objekte zum Einstellen dienen, wie der Mond oder die Sterne. Aber sie bieten einige Schwierigkeiten, weil die Einstellung, namentlich nach Sternen, für den Ungeübten sehr unsicher ist. Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daſs die Sonne zu diesem Zwecke durchaus ungeeignet ist, weil ihr intensives Licht die Augen blenden und schwer schädigen würde. Ist ein geeignetes Visierobjekt gefunden, so wird der Okularauszug des Fernrohres so lange durch Heraus- oder Hineinschieben verstellt, bis der Gegenstand scharf erscheint. Ist das erreicht, so bezeichnet man durch einen feinen Strich am Rohr die Stelle, um nicht immer von neuem diese Bestimmung wiederholen zu müssen. Nunmehr wird das Fernrohr wieder an seinen ursprünglichen Platz zurückgebracht und der

des Spaltes,

Spalt richtig, d. h. in den Brennpunkt der Kollimatorlinse, eingestellt. Das geschieht dadurch, daſs der möglichst wenig geöffnete Spalt gegen den hellen Himmel gerichtet und so lange verstellt wird, bis im Spektrum zahlreiche feine, schwarze Linien sichtbar werden. Statt dieser Linien kann man auch das Spektrum des glühenden Natriumdampfes benutzen. Bringt man in eine Spiritus- oder Bunsenflamme ein wenig Kochsalz, so färbt sie sich intensiv gelb und zeigt im Spektroskop eine oder bei stärkerer Dispersion zwei feine, helle, gelbe Linien. Sobald die gröſstmögliche Schärfe erreicht ist, steht der Spalt richtig, und diese Stellung wird gleichfalls durch eine Strichmarke bezeichnet.

des Prismas,

Bisher ist das **Prisma** selbst in seiner Stellung geblieben, die es von vornherein hatte. Diese Stellung ist nun keineswegs eine beliebige. Alle Beobachtungen und namentlich alle Messungen im Spektrum sind nur dann maſsgebend, wenn sie im **Minimum der Ablenkung** der jeweiligen Strahlen geschehen. Ein Lichtstrahl erfährt das Minimum seiner Ablenkung bekanntlich dann, wenn er symmetrisch durch das Prisma geht. Dies ist der Fall, wenn Einfalls- und Austrittswinkel gleich sind. Da die Strahlen verschiedener Wellenlängen verschieden stark gebrochen werden, so ist diese Minimumstellung des Prismas für jede Strahlengattung eine andere. Bei den einfacheren Apparaten begnügt man sich

damit, die hellsten, also die gelben und grünen, im Minimum passieren zu lassen, um dem Prisma eine feste Stellung zu geben und die Konstruktion zu vereinfachen. Diese Stellung giebt der Optiker dem Prisma und fixiert sie durch einen Metallwinkel an der brechenden Kante. Ist die genaue Stellung aus irgend einem Grunde gestört, so kann sie jederzeit durch Ausprobieren wieder gefunden werden. Das Prisma wird so zwischen Kollimator- und Fernrohr gestellt, daſs das einfallende Lichtbüschel etwa die Mitte der einen brechenden Fläche trifft. Dann wird es mit der Hand unter gleichzeitiger Beobachtung des Spektrums so gedreht, daſs die Drehungsachse da liegt, wo der einfallende Strahl das Prisma erreicht. Nähert man durch Drehung in der angegebenen Weise die brechende Kante, z. B. dem Kollimatorobjektiv, so wandern die Linien im Spektroskop in einer bestimmten Richtung, z. B. nach rechts. Dann wird nach der anderen Seite gedreht mit der brechenden Kante gegen das Fernrohr zu. Die Linien wandern dann zurück nach links bis zu einer gewissen Stelle. Dreht man weiter, verschieben sich die Linien — man benutzt zweckmäſsig zu diesem Versuche die Natriumlinien — wieder nach rechts bis zum völligen Verschwinden.

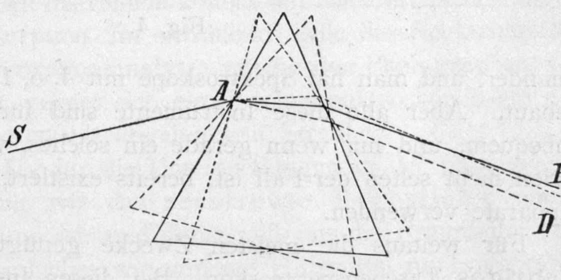


Fig. 3.

Die Fig. 3 veranschaulicht den Strahlengang bei den verschiedenen Stellungen des Prismas, indem *S*, der einfallende Strahl, bei *A* auftrifft und je nach seiner Stellung hindurchgeht. Die zusammengehörigen Prismen und Strahlen sind in der gleichen Manier gezeichnet. Das ausgezogene Prisma steht so, daſs *S* im Minimum der Ablenkung hindurchgeht — der austretende Strahl würde einen Schirm bei *B* treffen —; bei den beiden anderen Stellungen wird der Strahl *S* stärker gebrochen und würde den Schirm bei *C* und *D* treffen. Diese Operation wird mehrere Male wiederholt und so mit ziemlicher Genauigkeit der Moment ermittelt, wo die **Umkehr der Linien** erfolgt. Die Stellung, welche das Prisma dann hat, entspricht der Minimumstellung für das gelbe Licht.

Nun bleibt nur noch die Einstellung des **Skalenrohres** übrig. **des Skalenrohres.** Zu dem Ende wird das Ansatzrohr, welches die Skala trägt, so lange verschoben, bis die Teilungsstriche der Skala mit dem Spektrum

gleichzeitig scharf erscheinen. Die Skalen sind verschieden eingerichtet. Am zweckmäſsigsten wäre es bei den einfacheren Apparaten, eine Wellenlängenskala zu wählen, wie z. B. die Angström'sche, die Zeiſs an seinen mikroskopischen Spektralapparaten anbringt. Sie wird so eingestellt, daſs die Natriumlinie mit dem Teilstrich 0,589 zusammenfällt. Bei jeder anderen Teilung muſs erst der Teilungswert in Wellenlängen umgerechnet werden.

Spektroskop mit mehreren Prismen.

Je mehr Prismen die Lichtstrahlen zu durchlaufen haben, um so länger wird das Farbband, um so weiter rücken die Linien aus-

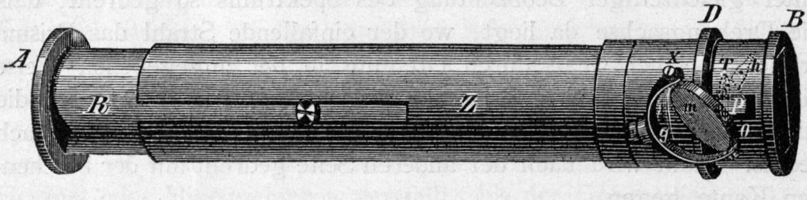


Fig. 4.

einander, und man hat Spektroskope mit 4, 6, 10 und mehr Prismen gebaut. Aber alle diese Instrumente sind für den Photographen unbequem, und nur wenn gerade ein solches, wie es ja in Laboratorien nicht selten der Fall ist, bereits existiert, wird man derartige Apparate verwenden.

Taschenspektroskop.

Für weitaus die meisten Zwecke genügt ein kleines **gradsichtiges** Taschenspektroskop. Bei diesen Instrumenten wird die Ablenkung des Lichtes durch geeignete Prismenkombinationen aufgehoben, und nur die Farbenzerstreuung bleibt bestehen. Ein solches nach den Angaben von H. W. Vogel durch die Firma Schmidt und Hänsch in Berlin konstruiertes Instrumentchen stellt

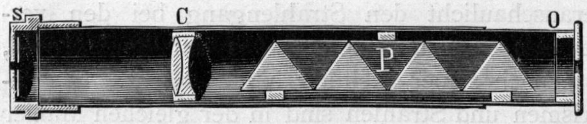


Fig. 5.

Fig. 4 dar. Die Konstruktion selbst wird ohne weiteres aus Fig. 5 klar. Die Prismen sind in dem Gehäuse *R* befestigt, welches in der Messinghülse *Z* verschiebbar angeordnet ist und an seinem unteren Ende die Kollimatorlinse trägt. Der äuſsere Tubus wird abgeschlossen durch den Spalt, welcher so eingerichtet ist, daſs er durch Drehung des Ringes *D* enger oder weiter gestellt werden kann. Seitlich ist an einem um das Rohr *Z* drehbaren Ring *X* ein Spiegel *m* in dem Bügel *g* drehbar angebracht. Er dient dazu, Licht auf ein kleines totalreflektierendes Prisma *P*, das an einem

Hebel *h* befestigt ist, zu werfen. Klappt man dies vor den Spalt, so kann man ein zweites Vergleichsspektrum über dem ordentlichen entwerfen. Vergleichsprisma und Spalt werden durch eine mit entsprechenden Öffnungen versehene Kappe geschützt. Die Beobachtung des Spektrums geschieht direkt ohne Anwendung eines Fernrohres durch Hineinblicken in das Rohr *R* bei *A*.

Justierung des Taschenspektroskopes.

Die **Justierung** und Handhabung dieses Instrumentes ist eine ungemein einfache. Der Spalt wird durch Drehen des Ringes *D* möglichst wenig geöffnet und dann gegen den hellen Himmel gerichtet. Durch Heraus- oder Hineinschieben wird das Rohr *R* so lange verschoben, bis die Fraunhoferschen Linien scharf und deutlich das Farbenband von oben nach unten durchziehen. Ist die Schneide des Spaltes nicht sehr exakt gearbeitet, oder hat sich Staub darin festgesetzt, so treten unregelmäſsige Längslinien auf, die mit dem Spektrum nichts zu thun haben.

Seine Brauchbarkeit.

Mit diesem kleinen Instrument können wir fast alle Erscheinungen, namentlich der Absorption, im sichtbaren Teile des Spektrums studieren. Für die Absorptionsanalyse, welche den Photographen vorwiegend interessiert, eignet sich ein Taschenspektroskop sogar viel besser als ein gröſseres mit abgelenktem Strahl.

Als Lichtquelle für die Untersuchungen in der photographischen Praxis wählen wir das zerstreute Tageslicht, einmal weil es stets zur Hand ist, und dann weil uns die Fraunhoferschen Linien ein ebenso einfaches wie genaues Hilfsmittel zur Lagebestimmung etwaiger besonderer Erscheinungen im Spektrum abgeben. Ihre Lage ist durch die mühsame Arbeit vieler Forscher genau bestimmt und die Wellenlänge der ihnen entsprechenden Lichtstrahlen berechnet. Die folgende Tabelle enthält die Wellenlängen der wichtigsten Linien in Milliontel eines Millimeters nach Angström und die Farbe, in der sie liegen:

Bezeichnung	Wellenlänge	Farbe	Irdischer Stoff
A	760,4	äuſserstes Rot	
B	686,7	Rot	
C	656,21	Grenze von Rot und Orange	Wasserstoff
D	589,5	Gelb	Natrium
E	526,9	Grün	Eisen
b	517,7	—	Magnesium
F	486,07	Hellblau	Wasserstoff
G	430,725	Grenze von Dunkelblau und Violett	Eisen
H	396,81	Violett	Calcium

Kontinuierliches Spektrum. Das Spektrum ist nur so lange kontinuierlich, als die Lichtquellen glühende feste oder flüssige Körper sind. Beobachtet man glühende Gase, seien es nun schon bei gewöhnlicher Temperatur luftförmige, wie z. B. Wasserstoff, Stickstoff u. dergl., oder Körper, die erst bei höheren Temperaturen dampfförmig werden, so ändern sich die Verhältnisse. Die glühenden Gase entsenden nur Licht von bestimmten Wellenlängen, so daſs im Spektroskope sich eine Reihe einzelner, durch dunkele Zwischenräume getrennte helle Linien von verschiedener Farbe zeigen. So besteht das Spektrum des glühenden Natriumdampfes nur aus zwei, bei geringer Dispersion sogar nur einer hellen gelben Linie. Andere Körper haben mehrere Linien, und manche, wie z. B. das Eisen, viele tausend.

(Linienspektrum glühender Gase.)

Umkehrung der Linien. Läſst man nun das Licht eines glühenden festen oder flüssigen Körpers durch ein glühendes Gas hindurchfallen, so fehlen in dem kontinuierlichen Spektrum des ersteren gerade diejenigen Lichtstrahlen, welche das glühende Gas selber aussendet. Es entstehen schwarze Linien an den entsprechenden Stellen. Auf gleiche Weise entstehen die Fraunhoferschen Linien des Sonnenspektrums. Das von dem glühenden, feuerflüssigen Sonnenkern ausstrahlende Licht durchsetzt eine den Sonnenball umgebende Atmosphäre, welche aus einem Gemisch zahlreicher glühender Gasarten besteht. Dabei werden die entsprechenden Lichtarten absorbiert, und dem irdischen Beobachter erscheint infolgedessen das kontinuierliche Spektrum von zahlreichen, feinen schwarzen Linien durchsetzt.

(Entstehung der Fraunhoferschen Linien.)

Bevor weiterhin die Verwendung der Spektroskopie besprochen wird, sei noch der Frage gedacht, was die **Farben** eigentlich sind, und wie ihre Wahrnehmung zu stande kommt. Am relativ einfachsten liegen die Verhältnisse bei den reinen Spektralfarben. Bei ihnen trifft auf unsere Netzhaut eine gewisse Menge von Lichtwellen gleicher Schwingungszahl, und der physiologische Effekt dieses Reizes ist die Wahrnehmung einer bestimmten Farbe. Die Farbe ist also keine objektive, sondern eine subjektive Empfindung, abhängig von der Beschaffenheit der lichtempfindenden Netzhautteile. Reagieren sie auf den Lichtreiz anders als bei der groſsen Mehrzahl der Menschen, so ist auch die Wahrnehmung der Farben eine andere. Dies ist der Fall bei den Farbenblinden, welche eine oder die andere Farbe, in seltenen Fällen überhaupt alle nur nach ihrem Helligkeitswerte wahrnehmen, etwa wie die photographische Platte die Auſsenwelt wiedergiebt.

(Farbe. — Spektralfarben.)

Young-Helmholtzsche Farbentheorie. Die näheren Verhältnisse erklärt am einfachsten die **Young-Helmholtzsche Farbentheorie.** Danach ist die Netzhaut ver-

möge besonderer specifischer Endorgane, der Zapfen, imstande, drei verschiedene Grundfarben, Rot, Grün und Violett, wahrzunehmen. Jedes dieser Terminalelemente wird besonders stark durch die Farbe erregt, deren Empfindung es im speziellen vermittelt, aber auch von den beiden anderen, jedoch schwächer. Je nachdem nun die Netzhautteilchen durch die verschiedenen Farben mehr oder weniger stark erregt werden, entsteht die Empfindung der übrigen Spektralfarben.

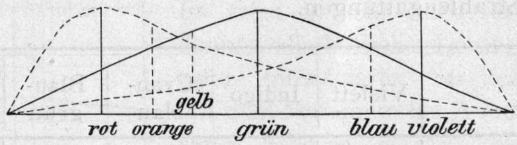


Fig. 6.

In Fig. 6 ist die Erregbarkeit der Netzhaut für die drei Grundfarben graphisch dargestellt. Man kann aus dieser Darstellung auch ohne weiteres die Verhältnisse für die anderen Farben ablesen. Danach kommen die Empfindungen folgendermaſsen zu stande:

1. für Rot dadurch, daſs die rotempfindlichen Netzhautteile besonders stark erregt werden, die grün- und violettempfindlichen schwach;
2. für Gelb durch mäſsig starke Erregung der rot- und grünempfindlichen, schwache der violettempfindlichen Teile;
3. für Grün durch starke Erregung der grünempfindlichen, schwache der rot- und violettempfindlichen;
4. für Blau durch mäſsig starke Erregung der grün- und violettempfindlichen, schwache der rotempfindlichen;
5. für Violett durch starke Erregung der violettempfindlichen, schwache der rot- und grünempfindlichen Netzhautelemente.

Wirken zwei verschiedene Farben gleichzeitig auf die Netzhaut, so entsteht die Empfindung einer Mischfarbe, wie aus der Tabelle auf Seite 10 ersichtlich ist.

Die Farbenpaare, welche gemischt Weiſs ergeben, heiſsen **Komplementärfarben.** Es sind also komplementär: Rot und Grünblau, Orange und Cyanblau, Gelb und Indigo, Grüngelb und Violett. Die Grundfarbe Grün hat keine einfache Komplementärfarbe, sondern die aus Rot und Violett entstehende Mischfarbe Purpur. Durch Mischung von mehr als zwei einfachen Farben entstehen keine einfachen Mischfarben mehr. Wirken alle Farben gleichzeitig, so werden alle Netzhautelemente annähernd gleich stark erregt, und es entsteht die Empfindung Weiſs.

Es ist bisher nur die Rede gewesen von den reinen Spektral- Körperfarben.
farben. Die Farben der Gegenstände im gewöhnlichen Leben ver-

halten sich anders. Sie entstehen dadurch, daſs ein Teil des auffallenden Lichtes von dem Körper *absorbiert*, der Rest *reflektiert* wird. Die Körperfarben sind also keine einfachen, durch das Spektroskop nicht mehr zerlegbaren, wie die des Spektrums, sondern *Mischfarben*, entstanden durch das gleichzeitige Vorhandensein mehrerer Strahlengattungen.

	Violett	Indigo	Cyan-blau	Blau-grün	Grün	Grün-gelb	Gelb
Rot	Purpur	Dunkel-rosa	Weiſs-rosa	Weiſs	Weiſs-gelb	Gold-gelb	Orange
Orange	Dunkel-rosa	Weiſs-rosa	Weiſs	Weiſs-gelb	Gelb	Gelb	
Gelb	Weiſs-rosa	Weiſs	Weiſs-grün	Weiſs-grün	Grün-gelb		
Grün-gelb	Weiſs	Weiſs-grün	Weiſs-grün	Grün			
Grün	Weiſs-blau	Wasser-blau	Blau-grün				
Blau-grün	Wasser-blau	Wasser-blau					
Cyan-blau	Indigo						

orptions-analyse.

Um festzustellen, welche Strahlen durch das betreffende Medium verschluckt worden sind, bedient man sich wiederum des *Spektroskopes*, und zwar am bequemsten des kleinen gradsichtigen Taschenspektroskopes nach H. W. *Vogel*. Ein solches Instrument sollte eigentlich in dem Instrumentarium jedes Photographen vorhanden sein. Denn es giebt eine Reihe für ihn wichtiger Substanzen, deren richtige Verwendung nur dann möglich ist, wenn ihr spektroskopisches Verhalten genau bekannt ist. Hierher gehören die zur Sensibilisierung der *orthochromatischen* Platten verwendeten Farbstoffe, die für die Mikrophotographie wichtigen *Lichtfilter* und manches andere. Eine Reihe derartiger Substanzen soll hier im Zusammenhang besprochen werden. Zur *Darstellung der Absorptionsspektren* wählt man am besten die durch Kurven, als deren Abscisse eine nach den wichtigsten Fraunhoferschen Linien abgeteilte Horizontale dient, während die Höhe der Ordinate abhängt von der Intensität der Absorption.

Graphische Darstellung der Absorptionsspektra.

Zur genaueren Lagebestimmung sind in der nebenstehenden Spektraltafel Fig. 7 noch einige feinere Fraunhofersche Linien auſser den bekanntesten eingezeichnet, die in jedem guten Taschenspektroskope deutlich sichtbar sind.

Rote Farbstoffe. Eosin.

Von den **roten Farbstoffen** seien erwähnt:

Das **Eosin** Fig. 7, 1. Außer zur Sensibilisierung der Platten für Grün wird es auch in der histologischen Färbetechnik vielfach angewendet. Es zeigt in sehr stark verdünnter alkoholischer Lösung einen intensiveren Streifen mit dem Maximum bei *E* und einen helleren bei *F*, die beide durch einen schwachen Schatten zusammenhängen. In konzentrierteren Lösungen verschmelzen die beiden Bänder zu einem einzigen, das sich nach beiden Seiten noch etwas weiter ausdehnt (punktierte Kurve).

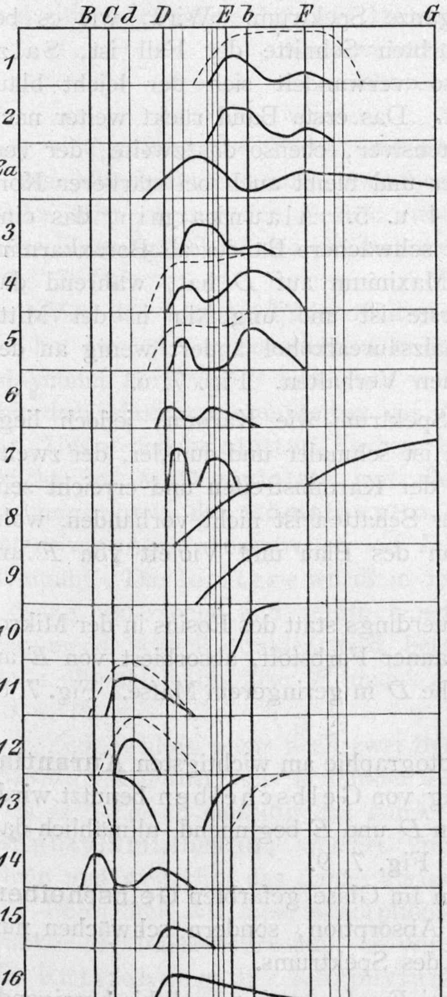


Fig. 7.

Erythrosin.

Erythrosin zeigt ganz ähnliche Bänder, nur tritt das auf *E* etwas schärfer hervor. Fig. 7, 2.

Fuchsin.

Fuchsin, ein zu histologischen und bakteriologischen Färbungen vielfach verwendeter Farbstoff, zeigt einen intensiven Streifen nahe der Mitte *D* und *E*, der nach *F* zu sehr allmählich abnimmt. Fig. 7, 3. Bei *F* wird er intensiver und von hier zieht sich die Absorption über den ganzen Rest des Spektrums hin.

Karmin.

Karminsolutionen werden in der Histologie vielfach als Kernfärbemittel verwendet und sind daher namentlich für den Mikrophotographen von Interesse. Das B o r a x k a r m i n nach Grenacher hat

zwei Streifen, einen schwächeren, bei *D* beginnend, und einen breiteren und intensiveren mit dem Maximum bei *b*. Beide hängen durch einen ziemlich kräftigen Schatten zusammen. Sehr starke Lösungen absorbieren von *D* an das ganze Spektrum. Wird, wie es bei der Differenzierung der gefärbten Schnitte der Fall ist, Salzsäurealkohol zugesetzt, so verwandelt sich der leicht bläuliche Ton in ein helleres Rot. Das erste Band rückt weiter nach Grün, wird schmäler und intensiver, ebenso das zweite, der verbindende Schatten wird lichter und bleibt auch bei stärkerer Konzentration deutlich. Fig. 7, 4 u. 5. Alaunkarmin, das eine stark violette Farbe hat, zeigt schwächere Bänder als Boraxkarmin, von denen das erstere sein Maximum auf *D* hat, während das zweite schwächer als das erste ist und ungefähr in der Mitte zwischen *D* und *E* liegt. Salzsäurealkohol ändert wenig an der Farbe und am spektroskopischen Verhalten. Fig. 7, 6.

Blut. **Blut** hat ein ähnliches Spektrum wie Karmin, jedoch liegt der erste Streifen näher an *D*, ist schmaler und dunkler, der zweite ist schwächer und breiter als der Karminstreifen und erreicht sein Ende bei *E*. Ein verbindender Schatten ist nicht vorhanden, wohl aber eine deutliche Absorption des Blau und Violett von *F* an. Fig. 7, 7.

Benzopurpurin. **Benzopurpurin,** ein neuerdings statt des Eosins in der Mikrographie gebräuchlicher, rotbrauner Farbstoff, absorbiert von *E* an alle Strahlen, das Grün bis nahe *D* in geringerem Maſse. Fig. 7, 8.

Gelbe Farbstoffe. Aurantia.

Gelbe Farbstoffe:

Unter ihnen ist für die Photographie am wichtigsten **Aurantia,** weil es vielfach zur Herstellung von Gelbscheiben benutzt wird. Es absorbiert, in der Mitte von *D* und *E* beginnend, allmählich das Grün, alles Blau und Violett. Fig. 7, 9.

Gelbscheiben aus gefärbtem Glase. Die meisten der käuflichen im Glase gefärbten **Gelbscheiben** haben keine charakteristische Absorption, sondern schwächen nur den blauen und violetten Teil des Spektrums.

Pikrinsäure. **Pikrinsäure** absorbiert bei *E* anfangend, schnell bis *b* steigend, alles weiter nach dem violetten Ende gelegene Licht. Fig. 7, 10.

Grüne Farbstoffe. Methylgrün.

Grüne Farbstoffe:

Methylgrün absorbiert in dünner Lösung bei C beginnend kräftig Rot und Orange bis über *D* hinaus, sowie das Violett von *G* an. Fig. 7, 11. In stärkerer Lösung reicht die Absorption bis nahe *B* (punktierte Kurve).

Jodgrün. **Jodgrün** hat einen Streifen kurz vor *C* beginnend mit dem Maximum auf *d*, bei stärkerer Konzentration bis zur Mitte zwischen

B und *C* reichend. Das Ende der Absorption liegt ähnlich wie beim Methylgrün. Fig. 7, 12.

Das von **Zettnow** angegebene und in der Mikrophotographie vielseitig verwendete Lichtfilter aus: Zettnowsches Lichtfilter.

Kupfernitrat	160	gr
Chromsäure	14	-
Wasser	250	-

hat eine rein grüne Farbe und absorbiert in einer Schicht von 3 mm alles Licht aufserdem zwischen *C* und *E*, bei 15 mm Schichtdicke läfst es nur den Bezirk zwischen *D* und $^2/_3$ *E* hindurch. Diese Lösung liefert also ein fast monochromatisches grünes Licht. Fig. 7, 13.

Von den **blauen** Farbstoffen sei das **Methylenblau** erwähnt. Blaue Farbstoffe. Methylenblau. Es hat zwei Absorptionsstreifen, einen im Anfang des Rot mit dem Maximum kurz vor *B* und einen weniger intensiven aber breiteren mit dem Maximum unmittelbar vor *D*. Fig. 7, 14.

Unter den **violetten** Farben kommt im wesentlichen in Betracht das **Methylviolett** und das gebräuchlichste aller Kernfärbungsmittel, das **Hämatoxylin.** Ersteres hat einen wenig intensiven Absorptionsstreifen auf *D*, welcher bis $^1/_2$ *E* allmählich abnimmt. Das letztere wurde in der als Hämalaun bezeichneten Lösung untersucht und zeigte einen breiten Streifen, der, vor *D* beginnend, schnell dunkler wird, bei *D* sein Maximum hat und dann ganz allmählich bis über *F* hinaus an Intensität abnimmt. Fig. 7, 15 u. 16.

Violette Farbstoffe. Methylviolett.

Haemalaun.

Zum Schlufs seien noch zwei **braune** Farbstoffe erwähnt: das **Bismarckbraun,** das in dünner Lösung von *E* an, in stärkerer von *D* $^1/_5$ *E* an einseitig das ganze Spektrum absorbiert, und das **Naphtylaminbraun,** welches von *D* $^1/_2$ *E* an allmählich das Grün und weiterhin das ganze übrige Spektrum absorbiert.

Braune Farbstoffe. Bismarckbraun.

Naphtylaminbraun.

Betrachten wir diese Absorptionsspektren nun noch vom Standpunkte der Farbenlehre aus, so wird dadurch das Verständnis für die Entstehung der Körperfarben einigermafsen erleichtert. Die **roten Farben** lassen vorzugsweise rotes Licht hindurch, verschlucken mehr oder weniger das Grün und erscheinen, je nach ihrem Vermögen auch blaue Strahlen zu verschlucken, mehr in bläulichen oder rein roten Nuancen.

Farbenlehre und Absorptionsanalyse.

Die **gelben Farben** verschlucken alle Blau und Violett, und wenn das Absorptionsvermögen sich auch auf einen Teil des Grün erstreckt, so entsteht ein **brauner** Ton.

Die **grünen Farben** haben eine besondere Neigung, rotes Licht zu absorbieren. Wird daneben auch Blau verschluckt, so

nähert sich der Farbton immer mehr dem reinen Grün, wie es ganz besonders das Spektrum des wegen seiner Kompliziertheit hier nicht näher besprochenen Blattgrüns oder Chlorophylls zeigt. Es hat drei verschieden intensive Streifen im Rot, einen sehr schwachen im Grün und absorbiert beinahe alles Blau und Violett. Noch exakter werden diese Verhältnisse durch das Zettnowsche Kupferchromfilter illustriert.

Die **blauen Farbstoffe** lassen ungehindert hindurch Blau und Violett, während vorzugsweise rotes Licht absorbiert wird. Ähnlich verhalten sich die violetten Farben, nur liegt der absorbierte Strahlenbezirk mehr nach Grün.

Mischung von Farblösungen.

Es fragt sich nun noch, wie sich Mischungen dieser Stoffe verhalten. Derartige Versuche macht man am besten so, daſs zwei rechtwinklige Glasküvetten hintereinander gestellt werden, weil bei einer direkten Mischung die Farben häufig chemische Verbindungen miteinander eingehen. Man hat zu dem Ende nur nötig, die beiden Spektren der untersuchten Stoffe zu addieren und nachzusehen, welche Farben übrig bleiben. Es würde hier zu weit führen, diese Verhältnisse eingehend zu erörtern. Wir kommen auf einige Fragen bei der Besprechung der Lichtfilter für die Mikrophotographie zurück.

Optische Helligkeit.

Die verschiedenen Farben machen auf das Auge auſser dem Farbton noch den Eindruck einer verschiedenen **Helligkeit**. Während Rot, Dunkelblau und Violett relativ dunkel erscheinen, ist Gelb und Gelbgrün für uns sehr hell. Das hängt nicht davon ab, daſs besonders viel gelbes Licht vorhanden ist, sondern davon, daſs unser Auge für diese Strahlengattungen ganz besonders empfindlich ist. Das gilt natürlich nur so lange, als annähernd gleiche Quantitäten von den verschiedenen Lichtarten ins Auge gelangen. Alsdann beträgt die relative Helligkeit nach Vierordts Angaben für

Rot	2
Orange	12
Gelb	78
Gelbgrün	100
Grün	37
Hellblau	12,8
Dunkelblau	0,8
Violett	0,07.

Wie schon angedeutet, ist die Helligkeitswahrnehmung verschiedener Farben von der absoluten Lichtstärke abhängig. Bei groſser Helligkeit erscheinen die roten und gelben, bei schwacher die blauen Farben heller. Diese Erscheinung wurde für Körperfarben zuerst von Purkinje beobachtet. Durch Helmholtz,

König und andere wurde für Spektralfarben etwas Analoges gefunden. Mit der Intensität des Lichtes vermindert sich auch die Zahl der Farben. Wenn in einem reinen, nicht zu ausgedehnten Spektrum die Stärke des einfallenden Lichtes immer mehr vermindert wird, so verschwinden die gelben und blauen Farbtöne, und es bleiben schliefslich nur noch die Grundfarben Rot, Grün und Violett (Bezold und Brücke).

Wird die Intensität irgend eines farbigen oder des weifsen Lichtes vermehrt, so steigert sich auch die Intensität der Wahrnehmung, und allen Farbe nehmen einen mehr weifslichen Ton an.

Photometrie.

Die Messung der Lichtmenge oder die **Photometrie** ist für die Photographie von hervorragender Bedeutung. Denn von der Intensität des zu Gebote stehenden Lichtes hängt die Bemessung der Expositionszeit ab. Allerdings kommt noch eins hinzu, nämlich die Qualität des Lichtes, da, wie weiter unten gezeigt werden soll, die Bromsilberplatte für die verschiedenen Strahlengattungen eine verschiedene Empfindlichkeit hat, wie es ja in ähnlicher Weise auch für das Auge der Fall ist. Immerhin ist auch die Kenntnis der optischen Helligkeit in vielen Fällen erwünscht, weil sie uns einen unmittelbar wahrnehmbaren Anhalt giebt und auch einen gewissen Hinweis auf die chemische Helligkeit gestattet.

Dunkle Körper.

Auch hier mufs unterschieden werden zwischen selbstleuchtenden und dunkelen Körpern. Die Helligkeit der letzteren ist eine vielfach bedingte. Sie hängt ab von der Wellenlänge und der Menge des auffallenden Lichtes, von dem Winkel, unter dem es auffällt, und von der Albedo des betreffenden Körpers. Unter Albedo versteht man den Quotienten, der angiebt, wieviel ein Körper von dem auffallenden Lichte der Stärke 1 zurückzuwerfen vermag. Dies Reflexionsvermögen ist z. B. von reinem Schnee 0,8, von weifsem Sandstein 0,24, von feuchter, dunkler Ackererde 0,08 u. s. w.

Lichtquellen.

Die Lichtstärke einer eigentlichen Lichtquelle hingegen ist, abgesehen von ihren individuellen Eigenschaften, nur von der Entfernung abhängig.

Photometer.

Zur Messung der Helligkeit dienen die **Photometer,** deren genaue Beschreibung hier zu weit führen würde. Sie sind bestimmt zur Vergleichung einer Normallichtquelle mit der jeweils zu untersuchenden. Hierher gehören die Fettfleckphotometer von Bunsen, Rüdorff, Hefner-Alteneck, das von Lummer und Brodhun und andere. Ihre Verwendung ist an ein absolut lichtsicheres, schwarz angestrichenes Photometerzimmer gebunden, wenn das Resultat fehlerfrei sein soll.

Webers Photometer.

Das kompendiöseste und bequemste Photometer ist das von Weber angegebene.

Beschreibung des Photometers.

Das in Fig. 8 und 9 abgebildete Photometer besteht 1. aus dem festen Tubus *A*, 2. dem beweglichen, rechtwinklig zu *A* drehbaren Tubus *B* und 3. der Säule nebst dem gleichzeitig als Fuß dienenden verschließbaren Aufbewahrungskasten.

An dem **festen Tubus** *A* erkennt man einen stärkeren mittleren Teil, der in seiner ganzen Länge eine Millimeterskala trägt; hieran schließt sich rechts ein durch Bajonettverschluß angesetztes Gehäuse für eine Benzinkerze, links ein verjüngter

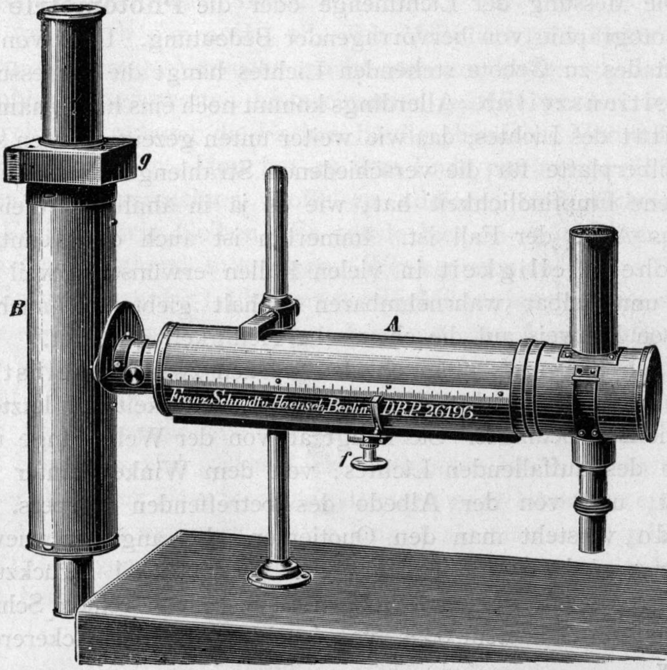


Fig. 8.

Teil *i*, an welchen sich ein für manche Untersuchungen erforderlicher Gradbogen (siehe Fig. 8) befindet. In dem Tubus kann ein Ring, in welchem sich eine Milchglasplatte *f* befindet, durch den mit Trieb versehenen Knopf *v* hin und her bewegt werden, und ein mit dem Ringe in Verbindung stehender Zeiger giebt an der Millimeterskala die Entfernung *(r)* der Milchglasplatte von der Benzinkerze *b* an. Das Lampengehäuse hat rechts einen abnehmbaren Deckel. Gegen den Hohlraum des Tubus *A* ist dasselbe durch eine Glascheibe abgeschlossen, wodurch die Gleichmäßigkeit der Luftzufuhr zu der im Gehäuse brennenden Lampe

gesichert ist. Diese Glasscheibe ist am Rande schwarz abgedeckt, um möglichst wenig diffuses Licht in den Tubus *A* eindringen zu lassen. Ferner befindet sich im Gehäuse ein kleiner fester Haken zur Regulierung der Flammenhöhe, sowie die auf einem Spiegel befestigte kleine Skala, an welcher mittelst Visierung durch einen gegenüberstehenden Spalt die Flammenhöhe abgelesen wird. Der Spalt ist durch eine gebogene Glimmerplatte geschlossen, über welche sich teils zum Schutze, teils zu völligem Lichtabschlusse eine Klappe schlagen läſst.

Die inneren Wandungen vom Tubus *A* sind mit bestem Schwarz überzogen; auch ist der untere für die Fortbewegung des Ringes erforderliche Längsschlitz durch einen geschwärzten Blechstreifen gedeckt, welcher sich durch einen Einschnitt in der Ringfassung hindurchschiebt und alles Licht von auſsen abhält.

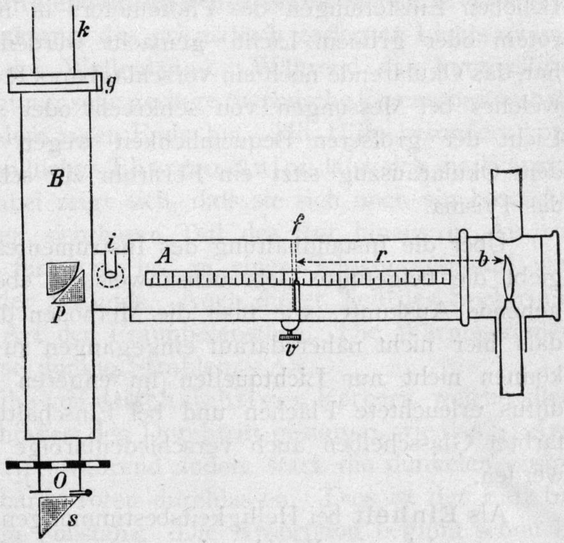


Fig. 9.

Der **bewegliche** oder **drehbare Tubus** *B* kann um reichlich 180° aus der in den Figuren vorhandenen Stellung, in der sich das Okularende unten befindet, gedreht, und in jeder Stellung durch eine Bremsschraube, welche durch einen bei *i* befindlichen Schlitz hindurchgeht, fixiert werden. Ein an *B* befindlicher Zeiger giebt dabei auf dem vorhin erwähnten Gradbogen die Elevation des Tubus *B* an. In der Mitte des Tubus *B* und gegenüber der Mittelachse von *A* befindet sich ein Lummer-Brodhunsches Prisma *p*. Dasselbe zerlegt das Gesichtsfeld in einen mittleren kreisförmigen und ringförmigen Teil. Ersterer enthält nur Licht, welches in der Richtung des Tubus *B* eintritt, letzterer nur Licht, welches aus *A* kommt. Ist in beiden Teilen gleiche Farbe und gleiche Intensität vorhanden, so verschwimmt die Grenze zwischen beiden, und man sieht eine gleichförmige Kreisfläche ohne dunkleren oder helleren Fleck, ganz ähnlich wie bei dem Bunsenschen Fett-

fleckphotometer. Die eigenartige Konstruktion des Instrumentes bewirkt es hierbei, dafs wie auch die Stellung des Tubus *B* ist, dennoch der Lichteintritt in das Prisma stets unter dem gleichen Winkel, nämlich normal zu den Eintrittsflächen erfolgt. Das dem Okular entgegengesetzte Ende des Tubus *B* besteht aus einem viereckigen Blechkasten *g*, auf welchen noch ein Abblendungsrohr *k* zum Abschlusse seitlichen Lichtes gesetzt werden kann. In den Kasten *g* können seitwärts eine oder mehrere Milchglasplatten geschoben werden.

An dem Okularteile befindet sich ein Schieber mit roter und grüner Glasplatte und einem offenen Ausschnitt, sodafs nach Belieben Einstellungen des Photometers in natürlichem (weifsem), rotem oder grünem Lichte gemacht werden können. Aufserdem hat das Okularende noch ein vorschlagbares Reflexionsprisma *i*, welches bei Messungen von senkrecht oder schräg herabfallendem Licht der gröfseren Bequemlichkeit wegen angewandt wird. In dem Okularauszug sitzt ein Fernrohr zur scharfen Einstellung auf das Prisma.

Über die Instandhaltung des Instrumentes und die Behandlung giebt die beigefügte Gebrauchsanweisung ebenso genaue und eingehende Auskunft, wie über die Methoden der Untersuchung, sodafs hier nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht. Es können nicht nur Lichtquellen im engeren Sinne, sondern auch diffus erleuchtete Flächen und bei Einschaltung entsprechend gefärbter Glasscheiben auch verschiedenfarbige Lichter photometriert werden.

Licht-einheiten. Kerze. Als **Einheit** bei Helligkeitsbestimmungen galt früher die Lichtmenge, welche eine Wallratkerze erzeugt, die bei einer Flammenhöhe von 44,5 mm 7,77 g Wallrat in der Stunde verbraucht. Da aber diese Flamme sehr wenig konstant ist, so benutzt man heutzu-

Amylacetat-Lampe. tage lieber die von Hefner-Alteneck angegebene Amylacetatlampe, deren Helligkeit gleich ist 1,1 Kerzen.

Die Helligkeit beträgt in Kerzen beim:

Petroleumflachbrenner	5—7
Rundbrenner 15 mm	6,5
Gasfischschwanzbrenner	6—10
Argandbrenner	16—17
Zirkonlicht je nach Druck	23—90
Magnesiumdraht	100—200
Elektrisches Bogenlicht	200—6000
Sonnenlicht	62 177

Die Helligkeit nimmt mit der Entfernung der Lichtquelle ab und zwar in dem Verhältnis, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt. Um daher unzweideutige Angaben machen zu können, wählt man die Entfernung von einem Meter und bezeichnet diese Einheit als **Meterkerze.** Für die Zwecke der Photographie ist auch noch eine bestimmte Dauer der Wirkung anzunehmen, die auf eine Sekunde festgesetzt ist, sodaſs in diesem Falle von einer **Sekundenmeterkerze** gesprochen wird. Meter-Kerze.

Auſser der physiologischen Wirkung des Lichtes, durch Reiz der Netzhautendigungen die Empfindung der wechselnden Helligkeit und der verschiedenen Farben hervorzurufen, hat es auch noch die Eigenschaft, **Wärme und chemische Wirkungen** zu erzeugen.

Die **Wärmewirkung** des prismatisch zerlegten Lichts nimmt zu mit der Gröſse der Wellenlänge. Während das kurzwellige violette und blaue Licht nur sehr geringe thermische Eigenschaften hat, wachsen diese nach dem roten Ende hin. Mit Hilfe besonders konstruierter, sehr empfindlicher Thermosäulen läſst sich die Wärmewirkung messen. Dabei zeigt sich, daſs sie sich noch ein beträchtliches Stück über den sichtbaren Teil des Rot hinaus in das sogenannte Ultrarot fortsetzt, bis zu einer Schwingungszahl von nur 60 Billionen in der Sekunde. Auch dieser Teil des Spektrums enthält Linien nach Art der Fraunhoferschen. Die Wärmestrahlen sind also vorzugsweise dunkle Strahlen. Wärmewirkung des Lichtes.

Es giebt eine Reihe von durchsichtigen Körpern, welche allen Wärmestrahlen ungehindert den Durchtritt gestatten, wie das Steinsalz und der Sylvin, während andere stark die dunkelen absorbieren und die sichtbaren roten durchlassen. Dies ist der Fall bei Glas und Alaun in Substanz. Die Absorption beginnt schon in den obersten Schichten der betreffenden Körper, wächst zunächst mit der zunehmenden Dicke sehr schnell, dann immer langsamer bis zu einer gewissen Grenze, über die hinaus keine wesentliche Schwächung mehr eintritt. So fand Tyndall für **Wasser,** wenn er als Wärmequelle eine glühende Platinspirale benutzte, daſs von den Wärmestrahlen absorbiert werden bei einer Schichtdicke von: Absorption der Wärmestrahlen. Absorptionsvermögen des Wassers.

0,5 mm	80,7 %
1,0 -	85 -
3,5—10 -	91 -
50 -	97,6 -
100 -	98,7 -
150 -	99,3 -

Daraus geht hervor, daſs reines Wasser ein vorzügliches Mittel zur Absorption der Wärmestrahlen ist, und daſs die Dicke der Schicht

relativ gering sein kann. Mehr als 50 mm braucht sie nicht zu betragen, da weiterhin der Gewinn in keinem Verhältnis steht zur nötigen Vermehrung der Schichtdicke.

Verwendung des Wassers.

Dies Verhalten des Wassers ist von groſser Wichtigkeit bei der Verwendung starker Lichtquellen mit groſser Wärmeentwicklung in der Mikrophotographie und bei der Projektion. Das Nähere darüber wird an den betreffenden Stellen besprochen werden.

Absorption des Alauns und seiner Lösungen.

Ein Körper, der trotz seiner Durchsichtigkeit für gewöhnliches Licht die dunkelen Wärmestrahlen sehr stark verschluckt, ist, wie schon erwähnt, der krystallisierte Alaun. Alaunlösungen wirken keineswegs ebenso, sondern nur wie reines Wasser, ja, sie wirken, wie Melloni nachgewiesen hat, sogar etwas schwächer. Es ist daher durchaus überflüssig, zur Beseitigung der Wärmestrahlen dem Wasser Alaun zuzusetzen, wie in fast allen einschlägigen Lehrbüchern empfohlen wird. Reines, abgekochtes Waser thut bessere Dienste.

Wärmeabsorption verschiedener Substanzen.

In der folgenden Tabelle ist prozentualisch angegeben, welche Wärmemengen durch Platten der verschiedenen Substanzen hindurchgehen:

Reines Steinsalz	92 %
Flintglas	67 -
Spiegelglas	39 -
Kalkspat	39 -
Bergkrystall	38 -
Citronensäure	11 -
Alaun	11 -
Kandiszucker	8 -
Eis	6 -

Übrigens gilt die hier angeführte Wärmeverteilung im Spektrum nur für das prismatisch zerlegte Licht. In den durch Gitter erzeugten Diffraktionsspektren ist von einer bevorzugten Stellung des langwelligen Lichtes nichts nachzuweisen, sondern da ist die Verteilung durch alle Farben annähernd die gleiche.

Chemische Wirkung.

Die für den Photographen wichtigste Eigenschaft des Lichtes ist seine **chemische Wirksamkeit.** Sie ist vorzugsweise den brechbareren Strahlen eigentümlich und erstreckt sich über den violetten Teil des Spektrums hinaus noch weit in das Ultraviolett.

Ultraviolett.

Wenn nun auch das Ultraviolett für gewöhnlich unsichtbar ist, kann es doch, wie Helmholtz angiebt, nach völliger Abblendung des übrigen farbigen Lichtes als schwacher, lavendelgrauer Schein erkannt werden. Noch auf andere Weise ist es nachzuweisen, nämlich durch Projektion des Spektrums auf fluoreszierende Körper.

Solche sind z. B. eine 1 % Lösung von schwefelsaurem Chinin, oder ein mit Barium-Platin-Cyanür bestrichener Schirm, wie er seit der Entdeckung Röntgens allbekannt und viel verwendet ist. Durch derartige Substanzen wird chemisch wirksames Licht absorbiert und, soweit es reflektiert wird, in der Mehrzahl der Fälle in Licht von niederer Brechbarkeit verwandelt. Wird also ein solcher fluoreszierender Körper in den Gang irgend eines Strahlengemisches eingeschaltet, so werden die ultravioletten Strahlen entfernt, und damit ihre häufig unerwünschte Wirkung beseitigt. Aufser dem schwefelsauren Chinin eignet sich zu diesem Zwecke auch das Äsculin. Von anderen an sich farblosen Medien sind für ultraviolette Strahlen wenig durchgängig die bleihaltigen, schweren Flintgläser, während Crown- und Barytflintglas etwas mehr durchlassen. Bei mattierten und verstaubten Gläsern ist der Absorptionskoeffizient noch erheblich gröfser. Wegen der Absorption des Ultraviolett durch Glas ist für seine Untersuchung ein Spektroskop zu benutzen, bei dem alle Glasteile, Prismen wie Linsen, durch solche aus dem viel durchlässigeren Quarz ersetzt sind.

Absorption des Ultraviolett.

Quarzspektrograph.

Die atmosphärische Luft hält viel von diesen Strahlen zurück, und so konnte Schumann die brechbarsten Strahlen des elektrischen Bogenlichtes nur mit Hilfe eines luftleer gemachten Quarzspektrographen photographieren. Sehr wenig absorbieren ferner Alaun, Steinsalz, Eis und verschiedene Verbindungen der Alkalien. Dagegen sind Gips und Glimmer schon in sehr dünnen Scheiben äufserst wirksam. Wasser hält in Schichten von 10 cm schon einen merklichen Teil dieser Strahlen zurück, und nach den Untersuchungen von Asper und anderen dringt in den Schweizerseen kein photographisch wirksames Licht tiefer als 200 m ein.

Absorption durch Luft,

Alaun, Steinsalz, Eis,

Gips und Glimmer, Wasser.

Die Farbe des durch chemische Strahlen erzeugten Fluorescenzlichtes ist blau bei Chinin, Äsculin und manchen Flufsspatsorten, bei Eosin gelb, bei Uranglas gelbgrün, bei Curcumatinktur und Fluoresceïn grün, bei Chlorophyll rot u. s. w.

Es leuchtet ein, dafs die **Messung** der unter den gegebenen Verhältnissen vorhandenen Menge **chemisch wirksamen Lichtes**, das auch aktinisches genannt wird, die gröfste Bedeutung für die richtige Bemessung der Expositionszeit hat. Wenn wir uns auf die Bedürfnisse der Praxis beschränken, so kommt vor allem die Wirkung auf Bromsilbergelatine in Betracht. Für andere Substanzen ist sie eine andere. Auf Bromsilberplatten wirkt besonders das blaue Licht. Die optische Helligkeit kann uns daher nur dann einen brauchbaren Anhalt geben, wenn wir den Aktinismus des betreffenden Lichtes einigermafsen kennen. Die Differenzen

Sensitometrie.

zwischen optischer und chemischer Helligkeit sind oft ganz beträchtlich.

Sensitometer.

Zur Messung der chemischen Intensität des Lichtes benutzt man Photometer, bei denen die Lichtstrahlen einen lichtempfindlichen Stoff zersetzen. Aus der Menge des zersetzten Materials wird dann die relative Wirksamkeit der Lichtquelle hergeleitet. Solcher Vorrichtungen giebt es mehrere, deren Beschreibung hier nicht weiter interessiert. Für die Photographie im speciellen wählt man Apparate, bei denen das Licht auf silberhaltige Schichten einwirkt, so, daſs gleichzeitig nebeneinander verschiedene Lichtmengen auffallen. Derartige Instrumente führen den Namen **Sensitometer.** Sie können in zwei Gruppen geteilt werden, in solche, deren empfindliche Schicht direkt sichtbar beeinfluſst wird (Chlorsilber- und Chromatpapiere), und solche, bei denen sie nachträglich entwickelt werden muſs (Bromsilberplatten). Ein Instrument der

Vogels Photometer.

ersten Gruppe ist z. B. das **Photometer von H. W. Vogel.** Es besteht im wesentlichen aus einer transparenten Papierskala, die von dem einen nach dem anderen Ende in bestimmter Weise immer weniger durchscheinend wird. Unter dieser Skala, die mit schwarzen Zahlen und Buchstaben auf den einzelnen Graden bedruckt ist, wird ein lichtempfindliches Papier exponiert. Vogel wählt zu dem Ende photographisches Rohpapier, welches durch Schwimmenlassen auf einer 4 % Lösung von doppeltchromsaurem Kali lichtempfindlich gemacht ist. Das präparierte Papier wird im Dunkeln getrocknet, in geeignete Streifen geschnitten und dann in das Photometer eingespannt. Das hat bei Lampenlicht zu geschehen. Sodann wird das Ganze dem Lichte ausgesetzt. Dabei bräunt sich das Papier unter den nicht bedruckten Stellen der Skala je nach der Transparenz der einzelnen Grade. Nach Vogels Angaben zeigen die einzelnen Grade folgende Lichtmengen an:

Grad	Lichtmenge	Grad	Lichtmenge	Grad	Lichtmenge
1	1,27	12	17,38	19	92,08
2	1,61	13	22,11	20	117,50
4	2,59	14	27,88	21	149,22
6	4,17	15	35,45	22	189,17
8	6,70	16	44,89	23	239,7
10	10,84	17	57,01	24	300,7
12	17,38	18	72,51	25	391,9

Statt des chromierten Papieres, welches nur einige Tage haltbar ist, kann auch gewöhnliches Kopierpapier verwendet werden, jedoch ist dies weniger empfindlich. Das Nachsehen nach dem Fort-

schreiten der Wirkung erfolgt bei Lampenlicht, gegen dessen blendende Wirkung das Auge durch einen Schirm zu schützen ist. Ähnliche, zwar billigere, aber unvollkommenere Instrumente sind mehrfach im Handel.

Die eigentliche Domäne dieser Photometer ist die Sensitometrie des Tageslichtes. Für künstliche Lichtquellen reicht die Empfindlichkeit der Papiere nicht aus. Statt deren wird die Verwendung von Bromsilberplatten mit nachträglicher Entwicklung nötig.

Freilich sind auch diese Instrumente nicht ganz einwandfrei. Sie basieren auf der Annahme, daſs bei gleichem Material dieselbe Wirkung ausgeübt wird, wenn das Produkt aus Expositionsdauer und Helligkeit gleich ist, daſs es z. B. einerlei ist, ob man 1 Sekunde bei 10 Kerzen Helligkeit exponiert oder 10 Sekunden bei einer Kerze. Für die mittleren Helligkeiten ist das in ziemlich weiten Grenzen der Fall, aber nicht bei sehr kleinen und sehr groſsen. Wenn die Helligkeit, welche eben hinreicht, um auf Bromsilbergelatineplatten einen Effekt zu erzielen, gleich 1 gesetzt wird, so gilt dies sogenannte Reciprocitätsgesetz nur innerhalb der Grenzen 5 bis 1000 (Miethe).

Ein Photometer, welches in der Gegenwart vielfach zur Bestimmung der Empfindlichkeit der Platten verwendet wird, ist das **Warnerke**sche Sensitometer. Es besteht aus einer in 25 Felder geteilten Skalenscheibe, deren verschiedene Transparenzgrade durch ein besonderes Druckverfahren, den Woodburydruck, hergestellt sind. Gegen diese Skala werden die zu prüfenden Platten angepreſst. Als Normallichtquelle dient eine mit Leuchtfarbe bestrichene Glasscheibe, die auf ganz bestimmte Weise durch Magnesiumlicht zum Phosphorescieren gebracht wird. Die Belichtung dauert 30 Sekunden, und die höchste nach der Entwicklung und Fixierung der zu prüfenden Platte noch mit Sicherheit erkennbare Nummer giebt den Empfindlichkeitsgrad an. Warnerkes Sensitometer.

Nach den Untersuchungen Webers und anderer sind die Resultate dieses vielgebrauchten Instrumentes sehr ungenaue, weil weder die Durchsichtigkeitsverhältnisse der Skala, noch die Normallichtquelle den zu stellenden Anforderungen genügen. Das bläuliche Phosphorescenzlicht entspricht in seiner chemischen Wirksamkeit nicht dem Tageslicht und ist zur Prüfung von orthochromatischen Platten absolut ungeeignet. Sein Wert.

Es gilt daher, zunächst eine bessere Helligkeitsskala herzustellen und dann eine zuverlässige Normallichtquelle zu finden.

Einigermaſsen brauchbare Skalenabstufungen sind vorhanden bei dem Vogelschen **Röhren-** oder **Blendenphotometer** und

Scheinerschen **Sensitometer.** Das erstere ist das einfachere und billigere. Es besteht aus einer Anzahl von nebeneinander montierten Röhren (vergl. Fig. 10), deren eines Ende durch Metallplatten geschlossen ist, die mit kreisrunden, 1/2 mm im Durchmesser betragenden Öffnungen durchbohrt sind, und zwar enthält jede Scheibe, von eins beginnend, ein Loch mehr als die vorhergehende. Demnach erhält die gegenüberliegende Seite, wo die Platte eingesetzt wird, die Helligkeiten 1, 2, 3 bis 24. Leider erfolgt die Zunahme der Helligkeit anfangs zu schnell, erst später hinreichend langsam. Vogel giebt die Fehlergrenze dieses Apparates auf 5 % an, während das Warnerkesche bis über 100 % fehlerhafte Resultate liefert.

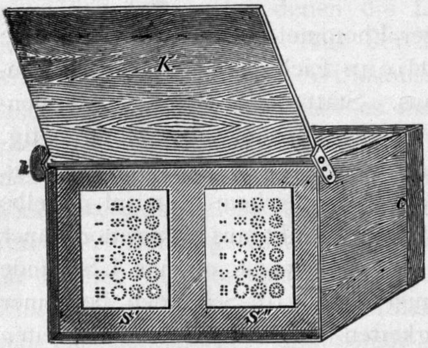


Fig. 10.

In neuester Zeit hat Scheiner ein Sensitometer bei Töpfer in Potsdam bauen lassen, welches unter den chemischen Photometern die Stellung einzunehmen berufen erscheint, die unter den optischen das Webersche einnimmt. Es beruht im Princip auf der Thatsache, daſs das Licht, welches von einer mit einem Ausschnitt versehenen rotierenden Scheibe hindurchgelassen wird, in dem Verhältnis der Sektoröffnung zum ganzen Kreise geschwächt wird. In der Beschreibung folgen wir den Angaben Scheiners (Zeitschrift für Instrumentenkunde 1894 S. 201 ff.).

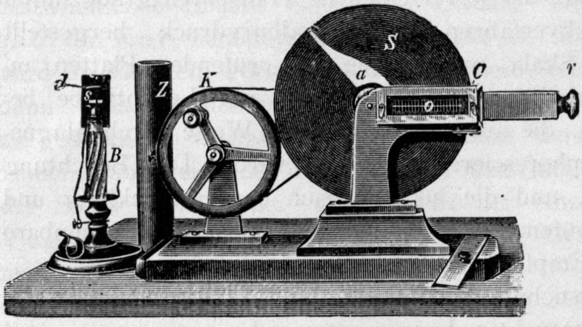


Fig. 11.

Scheiners Sensitometer.

Der Hauptteil des eigentlichen Sensitometers (siehe Fig. 11) besteht in einer rotierenden Scheibe *S* mit Ausschnitt *a*; sie wird durch ein kleines Kurbelrad *K* mit Schnurlauf durch Handbetrieb in schnelle Rotation versetzt. Hinter der Scheibe ist die Kassette *C* angebracht, welche folgende Einrichtung besitzt. Auf der vorderen Seite, dicht hinter dem Kassettenschieber *r*, ist eine Metallplatte eingesetzt, welche auf die Länge des Scheibenausschnittes

20 äquidistante rechteckige Öffnungen *o* enthält. Unmittelbar hinter dieser durchbrochenen Scheibe folgt eine dünne Platte aus Gelatine, auf welche ein alle Rechtecke durchquerender, undurchsichtiger Strich gezogen ist, und sodann die Zahlen von 1—20 zur Numerierung der Rechtecke eingetragen sind. Direkt auf die Gelatine wird die photographische Platte im Format 3 : 9 mit der empfindlichen Schicht aufgelegt. Wird nun der Apparat in Thätigkeit gesetzt, so erhält das Rechteck Nr. 1 nur den hundertsten Teil des Lichtes, welches auf das Rechteck Nr. 20 fällt. Für die dazwischen liegenden Rechtecke ist das Licht in dem Verhältnis von 1,27 von Rechteck zu Rechteck verteilt. Die Distanz der Flamme von der empfindlichen Platte beträgt 1 m; sie ist gegeben durch eine Kette, welche Lampe und Sensitometer verbindet. Diese Distanz, sowie die Dimensionen von Spalt und Ausschnitt sind so gewählt, daſs für Platten mittlerer Empfindlichkeit bei einer Expositionszeit von einer Minute noch bei den mittleren Rechtecken eine Spur von Lichtwirkung stattfindet; für sehr unempfindliche Bromsilberplatten erfahren die ersten drei bis vier Rechtecke noch eine Lichtwirkung, während bei den bisherigen empfindlichsten das letzte Rechteck noch nicht erreicht wird.

Die Scheibe wird in so schnelle Rotation versetzt, daſs das Auge die einzelnen Unterbrechungen durch den Ausschnitt nicht mehr wahrnimmt, so daſs etwa zwei Rotationen in der Sekunde erfolgen.

Photographische Lichteinheit.

Als Lichtquelle benutzt Scheiner eine Benzinlampe; jedoch dürfte es vielleicht besser sein, die Vogelsche Magnesiumeinheit zu benutzen. Denn unter den in der Photometrie gebräuchlichen Lichtquellen erscheint keine geeignet, auch als photographische Normaleinheit gelten zu können. Die Amylacetatlampe enthält zu viel von dem unwirksamen gelben Licht. Dahingegen dürfte die von Vogel vorgeschlagene **Magnesiumeinheit** eine sowohl in ihrer chemischen Wirksamkeit als auch in der Gleichheit ihrer Leuchtkraft völlig befriedigende Normale abgeben. Vogel benutzt ein Stückchen Magnesiumband, das bei einem Gewicht von 1 Centigramm 21 mm lang ist, und verbrennt es nicht direkt vor dem Sensitometer, sondern hinter einer Milchglasscheibe in zwei Meter Entfernung vor einem rein weiſsen Schirm aus photographischem Rohpapier. Erst dies ist die eigentliche Lichtquelle.

Anwendung der Sensitometer.

Benutzt man diese Normallichtquelle, so kann mit den beiden zuletzt genannten Sensitometern die Lichtempfindlichkeit verschiedener Substanzen untersucht werden. Bleibt hingegen die lichtempfindliche Substanz die gleiche, so kann der Aktinismus

verschiedener Lichtquellen bestimmt werden. So hat man gefunden:

	Optische Helligkeit:	Chemische Helligkeit:
Zirkonlicht	70	260
Gaslicht	16	28
Magnesiumband	80	1630
Elektr. Bogenlicht	400	4000

Die optische Helligkeit der Sonne ist 524 mal gröſser als die des brennenden Magnesiumbandes, die chemische aber nur 5 mal. Das Licht einer Amylacetatlampe hat nur den zehnten Teil der Wirksamkeit gleichhellen Tageslichtes.

Tageslicht.

So verschieden nun die Wirkung der einzelnen Lichtquellen unter sich ist, so schwankend ist sie leider auch bei unserer wichtigsten, dem Sonnen- und Tageslichte. Hier kommt zunächst in Betracht, daſs die Luft einen erheblichen Teil des Lichtes verschluckt. Im allgemeinen wird optisch etwa ein Viertel des in die Atmosphäre eintretenden Lichtes absorbiert, nach sensitometrischen Versuchen von den verschiedenen Lichtarten verschieden viel. Nach Langley gehen bei klarem Wetter durch die Atmosphäre hindurch in Prozenten:

Absorption durch die Luft.

Vom	Ultraviolett	39
-	Violett	42
-	Blau	48
-	Grünblau	54
-	Gelb	63
-	Rot	70
-	Ultrarot	76

Wirkung der Wolken,

Bei Bewölkung ändern sich die Verhältnisse erheblich. Bleibt die Sonne selber frei, so ist durch Wolken keine wesentliche Verminderung des Lichtes wahrzunehmen; ja, ein solcher Himmel kann sogar noch intensiver wirken, als ein rein blauer, da die Wolken als Reflektoren dienen. Ist aber die Sonne bedeckt, so tritt ein Lichtverlust von circa einem Drittel ein. Je nach dem Grade der Bewölkung kann der Verlust bis zu 75 % steigen, und kommt gar noch Nebel und Regen hinzu, dann kann er bis zu 89 % betragen.

der Sonnenhöhe.

Ferner hängt die Intensität von der Sonnenhöhe ab, sowohl an den einzelnen Stunden des Tages, als auch während des ganzen Jahres. Sie ist demnach auch für die verschiedenen Breitengrade verschieden.

Schwier hat eine Tabelle für die chemische Intensität des blauen Himmelslichtes berechnet für die geographische Breite von Berlin:

	10h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h
21. Januar . .	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77	—	—	—	—
21. Februar. .	29,95	29,12	26,53	21,65	14,07	2,77	—	—	—
21. März . . .	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77	—	—
21. April. . .	37,68	37,45	36,55	34,40	30,42	24,05	15,11	2,77	—
21. Mai . . .	38,26	38,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
21. Juni . . .	38,35	38,28	38,02	37,01	34,59	30,24	23,71	14,65	5,94
21. Juli . . .	38,26	39,19	37,77	36,48	33,69	28,73	21,56	11,95	2,77
21. August . .	37,64	37,41	36,48	34,29	30,24	23,80	14,76	2,77	—
21. September.	34,95	34,40	32,62	28,99	23,00	14,30	2,77	—	—
21. Oktober. .	29,63	28,86	26,07	21,28	13,61	2,77	—	—	—
21. November .	23,01	21,93	18,64	12,79	2,77	—	—	—	—
21. Dezember .	19,74	18,64	15,43	9,21	—	—	—	—	—

Auch die Tabelle von Marchand, welche die Lichtintensität zu Fécamp enthält nach elfjährigen Beobachtungen, giebt sehr instruktive Verhältniszahlen. Die mittlere Intensität war:

Januar	1,84	Juli	21,49
Februar	3,98	August	18,93
März	6,44	September	13,60
April	14,09	Oktober	6,90
Mai	18,11	November	2,90
Juni	21,04	Dezember	1,74

Es ist nun noch kurz die Wirkung zu besprechen, welche das Licht auf die in der Photographie zur Verwendung kommenden **Silbersalze** ausübt. Wie schon erwähnt, bedingt die Wirksamkeit eine Absorption der Lichtstrahlen. Die Absorptionsfähigkeit der Silbersalze kann durch künstliche Mittel erhöht und modifiziert werden. Stoffe, die in diesem Sinne wirken, heifsen Sensibilisatoren. Man unterscheidet chemische und optische (Vogel). Chemische Sensibilisatoren sind solche Körper, welche die durch die Wirkung des Lichtes gebildeten Zersetzungsprodukte binden; optische sind in der Regel Farbstoffe, die ihrerseits bestimmte Lichtstrahlen absorbieren und dadurch auch eine erhöhte Empfindlichkeit der mit ihnen versetzten Emulsionen für dieses Licht erzeugen.

Wirkung des Lichtes auf Silbersalze.

Sensibilisatoren.

Das Licht zersetzt die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers nach der Formel

$$2\,AgBr = Ag_2Br + Br.$$

Es entsteht also aus dem Silberbromid Silbersubbromid und freies Brom, bezw. Silbersubchlorid oder -Subjodid und freies Chlor und Jod. Diese freiwerdenden Halogene zu binden, ist die Aufgabe der erwähnten chemischen Sensibilisatoren. Freilich sind die Mengen, um die es

sich dabei handelt, äuſserst minimale. Nach Eder war aus der gesamten Schicht einer 100 qcm groſsen Bromsilberemulsionsplatte etwa ein Milliontel Gramm freies Brom abgespalten.

Die Wirkung des Lichtes ist nun entweder eine direkt sichtbare oder erst nach geeigneter Behandlung sichtbar werdende. In letzterem Falle genügt eine erheblich kürzere Belichtung, etwa tausendmal weniger als zur Erzeugung eines unmittelbar sichtbaren Eindruckes.

Entwicklung. Das durch die Lichtwirkung erzeugte unsichtbare Bild muſs durch besondere Mittel sichtbar gemacht werden. Diesen Prozeſs nennt man Entwicklung. Entwickler sind reduzierende Stoffe, welche das Subbromid bezw. -Chlorid und -Jodid in freies Halogen und metallisches Silber verwandeln. Die Stärke der Reduktion steht zwar in einem gewissen Verhältnis zu der stattgehabten Lichtwirkung, ist ihr aber keineswegs proportional. Zur Erzielung des ersten wahrnehmbaren Eindruckes ist eine gewisse Menge Licht nötig. Weiterhin ist bei mittleren Belichtungszeiten die Intensität der Wirkung mit derjenigen der Belichtung annähernd proportional. Dann kommt aber ein gewisser Zeitpunkt, wo durch weitere Belichtung das Bromsilber seine Enwicklungsfähigkeit verliert. Diese sonderbare Erscheinung führt den etwas unglücklichen Namen Solarisation. **Solarisation**, weil sie bei den früher gebräuchlichen unempfindlichen Platten am leichtesten in der Sonne eintrat. Belichtet man noch weiter, etwa 100 000 mal so lange, als zur Erzeugung eines normalen Negatives nötig wäre, so entsteht wieder ein Negativ. Von dieser Eigentümlichkeit des Bromsilbers macht man einen praktischen Gebrauch zur Herstellung von Duplikatnegativen. Wird unter einem gewöhnlichen Negativ eine unbelichtete Platte dem Lichte ausgesetzt, so entsteht zunächst bei kurzer Exposition ein positives Bild. Nach weiterer Belichtung tritt eine totale Schwärzung der ganzen Platte ein. Dann folgt ein Zustand, wo die Platte bei der Entwicklung klar bleibt und schlieſslich bei zehntausendfacher Überlichtung ein Negativ.

Duplikatnegative.

Seitliche Verbreiterung feiner Linien. Bei der Entwicklung des latenten Bildes tritt mitunter eine seitliche Verbreiterung feiner Linien ein, weil sich die Reduktion aus noch nicht hinreichend geklärten Ursachen in die Nachbarschaft fortsetzt, die namentlich bei Schleierbildung eine gewisse Intensität erreicht. Aber auch dann ist sie nicht sehr erheblich, und nach Eder handelt es sich dabei um Gröſsen von nur 0,008—0,03 mm.

Irradiation. Eine viel erheblichere seitliche Ausdehnung der Lichtwirkung findet bei reichlicher Belichtung da statt, wo sehr helle Partieen an

dunklere anstoſsen, z. B. bei Landschaftsaufnahmen an den Stellen, an denen der Himmel die Konturen von Bäumen und dergleichen Objekten berührt. Diese hellbeleuchteten Stellen strahlen alsdann selber Licht aus und bewirken auf diese Art ein Überfluten des Lichtes, ähnlich der aus der physiologischen Optik bekannten Erscheinung der Irradiation.

Schlieſslich kommt noch eine besondere **Hofbildung** auf den Platten vor, namentlich da, wo punktförmige Lichtquellen wirksam sind. Dieser Fall tritt besonders bei der Photographie von hellen Sternen, von Innenaufnahmen gegen das Fenster und bei ähnlichen Gelegenheiten ein. In nebenstehender Aufnahme ist die Hofbildung dargestellt. Eine Scheibe aus schwarzem Karton wurde mit Löchern verschiedener Form versehen und von hinten beleuchtet. Die Lichtstrahlen durchsetzen die empfindliche Schicht, gelangen in das Glas und werden auf dessen Rückseite reflektiert (Fig. 12). Verhindert man die Reflexion an der Rückseite, so treten keine Höfe auf. Zu dem Ende muſs die Glasseite der Platte mit einer Masse bestrichen werden, welche alle ankommenden Lichtstrahlen verschluckt. Sie muſs daher denselben Brechungsindex haben, wie das Glas, da andernfalls das Licht nicht in sie eintritt. Eine sehr wirksame, aber nicht gerade angenehme Flüssigkeit ist:

Hofbildung.

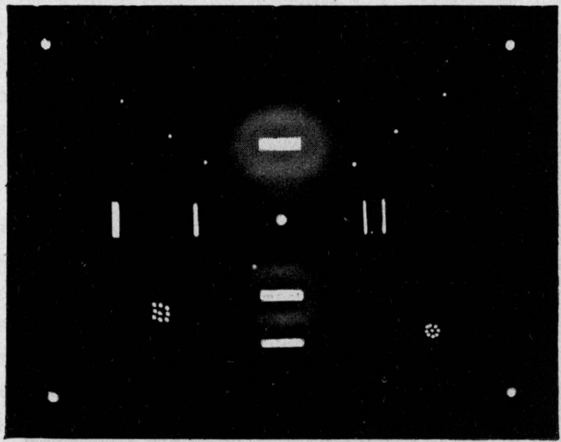


Fig. 12.

Beseitigung der Höfe.

Nelkenöl 6 Teile, Terpentinöl 1 Teil mit so viel feinem Kienruſs vermischt, daſs ein Brei von Honigkonsistenz entsteht.

Mit dieser Mischung wird die Rückseite der Platten reichlich bestrichen. Vor dem Entwickeln muſs der Überzug entfernt werden. Andere Mittel sind das von Stolze vorgeschlagene Aurinkollodium, bestehend aus 300 ccm Rohkollodium, 100 ccm gesättigter alkoholischer Aurinlösung und 4 ccm Ricinusöl. Durch diesen Hinterguſs wird zwar die Reflexion nicht völlig vermieden, aber dem reflektierten Lichte sind seine aktinischen Strahlen geraubt.

Für orthochromatische Platten reicht diese Mischung nicht aus. Für sie eignet sich folgende Kombination:

Aurantia	0,5 gr
Fuchsin	0,1 -
Kollodium 2 %	100 -
Ricinusöl	4,0 -

Hintergießen der Platten.

Eventuell hintergießt man, noch ehe der erste Überguß ganz trocken ist, ein zweites Mal. Diese Procedur erfordert einige Geschicklichkeit, und ehe man sich an gute Platten wagt, übe man sich an einfachen Glasplatten. Die Platte wird an der einen Ecke, den Daumen nach oben, festgehalten und eine ziemlich reichliche Menge auf die horizontal gehaltene Platte aufgegossen. Durch leichtes Senken nach allen Seiten läßt man sich die Flüssigkeit gleichmäßig verteilen. Wenn das mit einiger Vorsicht gemacht wird, fließt nichts über den Rand. Schließlich läßt man an der dem Daumen gegenüberliegenden Ecke ablaufen. Läuft etwas auf die vordere Seite, so ist die Platte verloren.

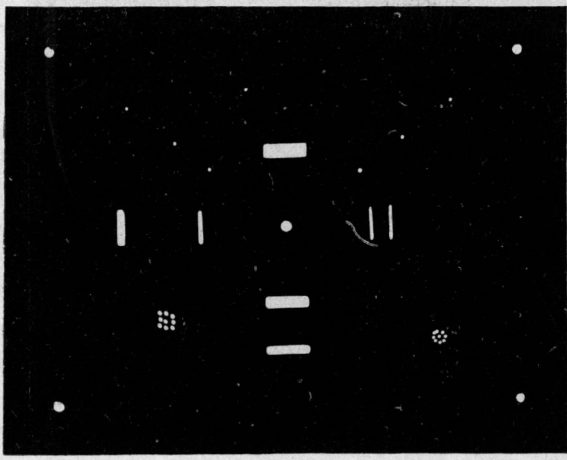


Fig. 13.

Films.

Ein sehr naheliegendes Mittel, welches vom Verfasser vielfach mit dem besten Erfolge angewendet worden ist, besteht in der Benutzung von Films. Da diese verschwindend dünn sind, so ist auch der Lichthof minimal. Es sind auch lichthoffreie Platten im Handel, Platten, die aus mindestens zwei Emulsionsschichten übereinander bestehen, deren untere entweder sehr unempfindlich ist oder mit einem Farbstoff versetzt wird, der alles aktinische Licht verschluckt. Solche Fabrikate sind die englischen und die deutschen Sandelplatten, die Isolarplatten und andere. Fig. 13 stellt die oben beschriebene Tafel dar, aufgenommen auf einer Sandelplatte.

Lichthoffreie Platten.

Silberverbindungen.

Es erübrigt nun noch, kurz auf die für die photographische Praxis wichtigsten Silberverbindungen einzugehen. Den Ausgangspunkt für alle übrigen Modifikationen bildet das salpetersaure

Silberoxyd, der Höllenstein. $AgNO_3$ krystallisiert in grofsen rhombischen Tafeln und kommt im Handel gewöhnlich in Stäbchen gegossen vor. Es ist sehr leicht in Wasser löslich und in dieser Lösung, wofern das Präparat rein war, durchaus haltbar und lichtbeständig. Bei Gegenwart organischer Substanzen tritt im Lichte Schwarzfärbung ein. Höllenstein.

Bromsilber. Durch Versetzen einer wässerigen Silbernitratlösung mit ebensolcher Bromkalilösung entsteht als gelblicher flockiger Niederschlag, das **Bromsilber.** AgBr ist in Wasser unlöslich; dagegen löst es sich im Verhältnis 1 : 1000 in Ammoniak, zu 3 °/o in konzentrierter Bromkali- und zu 6 °/o in Bromammoniumlösung. Es existiert krystallisiert und amorph. Die Krystalle werden durch Zusatz von Wasser aus der ammoniakalischen Lösung des Bromsilbers erhalten, sind sehr klein und dünn und zeigen je nach der Menge des zugesetzten Wassers nicht nur verschiedene Formen, sondern auch ein verschiedenes Verhalten gegen polarisiertes Licht. Von den amorphen Modifikationen sind die körnigen die wichtigsten, da sie als die lichtempfindlicheren zur Bereitung der Platten verwendet werden.

Chlorsilber. Das **Chlorsilber**, durch Fällen von $AgNO_3$-Lösung durch Salzsäure gewonnen, ist weifs, sehr wenig in Wasser löslich, etwas mehr in Bromammonium und Ammoniak. Dieses Präparat wird namentlich zur Herstellung der Kopierpapiere verwendet.

Jodsilber. Das **Jodsilber** ist gelb gefärbt, wenig lichtempfindlich, wenn es aus Silbernitratlösung bei Überschufs von Jodkali gefällt ist, mehr, wenn die Silberlösung im Überschufs vorhanden ist.

Gelatine-emulsionen. Auf die Art und Weise, wie die Silberverbindungen mit der Gelatine zu einer **Emulsion** verarbeitet werden, kann hier nicht näher eingegangen werden. Nur das sei gesagt, dafs das Bromsilber körnig darin suspendiert ist, nicht etwa in einer homogenen Schicht. Die Gröfse der Partikel ist eine verschiedene; im allgemeinen pflegen die hochempfindlichen Emulsionen die grobkörnigeren zu sein. Auch die Art des jeweiligen Entwicklers ist von Einflufs auf die Gröfse der einzelnen Teilchen des Niederschlags. Die beigegebene Mikrophotographie (Fig. 14) stellt das Korn einer gewöhnlichen, mit Rodinal entwickelten Perutzplatte bei 900facher Vergröfserung dar.

Lichtwirkung auf Bromsilbergelatine. Das Licht wirkt auf die verschiedenen Silberverbindungen nicht in gleicher Weise ein. In der Spektraltafel (Fig. 7 Nr. 19 u. 20) sind nach Eder die Wirkungskurven eingezeichnet. Für gewöhnliche Bromsilbergelatine liegt das Maximum der Wirkung im Blau, zwischen den Fraunhoferschen Linien *G* und *F*. Für Grün

ist die Wirkung sehr gering und, wenn auch nicht absolut, so doch nahe gleich Null für Gelb und Rot. Von dieser Unempfindlichkeit für rotes Licht macht man eine sehr wichtige Anwendung. Das rote Licht wird zur Beleuchtung der Dunkelkammer gebraucht. Für Chlorsilbergelatine liegt das Maximum der Wirkung an der Grenze des Violetts gegen das Ultraviolett, und sie erstreckt sich noch weit in dieses hinein.

auf Chlorsilbergelatine.

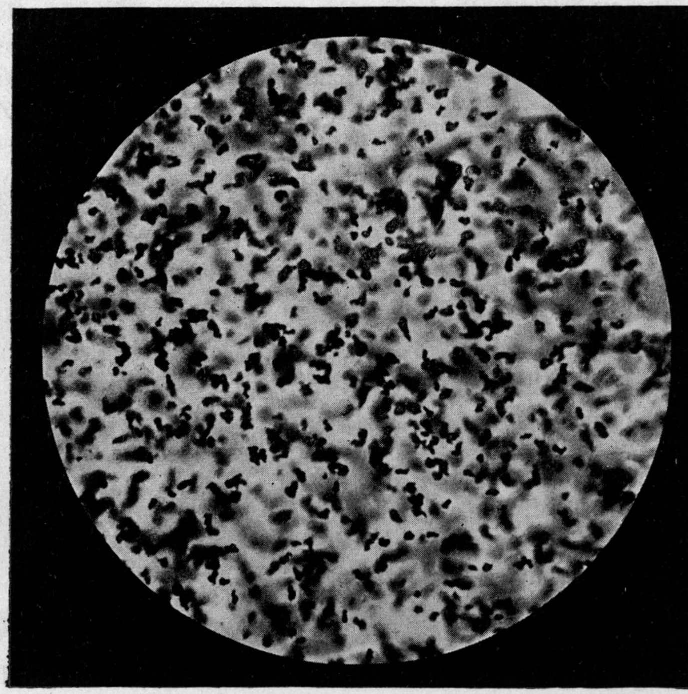


Fig. 14.

Orthochromatische Platten.

Wie schon oben angedeutet, kann durch Färben der Emulsionen mit gewissen Farbstoffen die Empfindlichkeit für andere Spektralfarben gesteigert werden. Derartige Platten führen den Namen **orthochromatische.** Der Name ist kein gerade schöner, denn nicht die Farbe als solche wird richtig wiedergegeben, sondern nur in ihrem richtigen optischen Helligkeitswert. Man hat daher nach anderen Bezeichnungen gesucht, aber die vorgeschlagenen sind noch viel schrecklicher, z. B. orthoskiagraphisch! Behalten wir daher den alten Namen bei und legen wir den beabsichtigten Sinn hinein. Es giebt nun vorläufig noch keine Emulsion, welche in

diesem Sinne eine orthochromatische wäre. Man begnügt sich damit, die Empfindlichkeit für Grün und Gelbgrün zu steigern durch Zusatz von Farbstoffen aus der Eosinreihe, insbesondere des Jodeosins, des Erythrosins, bezw. deren Silberverbindungen. Durch diese Präparation wird zwar die Empfindlichkeit der Platten für die genannten Farben wesentlich erhöht, aber die Blauempfindlichkeit nicht in genügender Weise herabgedrückt. Um sie in genügender Weise herabzusetzen, wird vor oder hinter dem Objektiv eine gelbe Scheibe eingesetzt, welche einen Teil des blauen Lichtes absorbiert.

Man unterscheidet zwischen Badeplatten und in der Emulsion gefärbten. Die Badeplatten werden bei jedesmaligem Gebrauche frisch hergestellt, weil sie nur eine beschränkte Haltbarkeit haben. Nähere Angaben über die Herstellung sollen bei Besprechung des Negativprozesses gemacht werden. Haltbare, in der Emulsion gefärbte Platten werden von verschiedenen Firmen fabriziert. Verfasser arbeitet seit Jahren mit den Eosinsilberplatten von Perutz in München. Das Spektrum der Fig. 7, 2a zeigt die Wirkungskurve einer grünempfindlichen Platte, mit Gelbscheibe exponiert (nach Eder). Zur Sensibilisierung für Gelb und Rot, wie sie für manche Aufnahmen wünschenswert ist, dient das Cyanin.

Über einige andere lichtempfindliche Substanzen wird bei Gelegenheit der Kopierverfahren berichtet werden.

KAPITEL II.

DER AUFNAHMEAPPARAT.

Einleitung. Der Aufnahmeapparat besteht aus zwei Hauptteilen, dem bilderzeugenden, der Linse oder dem Objektiv, und dem bildauffangenden, der Kamera.

In der Optik wird bekanntlich unterschieden zwischen reellen und virtuellen Bildern. Die reellen werden dadurch erzeugt, daſs sich konvergente Lichtstrahlen an irgend einer Stelle des Raumes schneiden, während die imaginären dadurch zu stande kommen, daſs die sie erzeugenden divergenten Strahlen für das Auge so erscheinen, als ob sie von einem nach rückwärts verlängerten Schnittpunkte ausgingen. Für die photographische Fixierung können natürlich nur die wirklichen Bilder in Betracht kommen.

Die Erzeugung reeller Bilder geschieht für die Zwecke der täglichen Praxis nur durch **Sammellinsen.** Man kann derartige Bilder auch durch die Lochkamera und durch Hohlspiegel herstellen, aber beide Möglichkeiten liegen auſserhalb des Rahmens der vorliegenden Anleitung. Über die Lochkamera handelt R. Colson, La photographie sans objectiv, Paris 1887, und Miethe, Photographische Mitteilungen 1887, S. 173 ff.

Hohlspiegel kommen nur in der Astronomie und der Spektrophotographie zur Verwendung.

Linsenbilder. Den praktischen Photographen interessieren vorwiegend die durch Linsen erzeugten Bilder. Es kann hier selbstverständlich nicht darauf eingegangen werden, die Gesetze der Bilderzeugung abzuleiten, die durch die Eigenheiten der Lichtstrahlen und des

Linsenmaterials bedingten Nebenerscheinungen zu erklären und die Gesetze der photographischen Optik zu entwickeln, sondern es können nur die Thatsachen angeführt und für ihr Verständnis plausible Anschauungen gegeben werden, soweit sie ohne mathematische Darstellungsweise möglich sind. Aber die Kenntnis und das Verständnis dieser Thatsachen ist für jeden nötig, der sich bei seinen Worten auch etwas vorstellt und sich nicht damit begnügt, gehörte Redensarten nachzusprechen. Es giebt heute kaum einen Photographen, der nicht vom Astigmatismus und ähnlichen Dingen spricht, aber nur wenige, die eine klare Anschauung davon besitzen.

Ausführlicher, als es in dem engen Rahmen dieses Kapitels möglich ist, findet der Lerneifrige Auskunft in: Miethe, Photographische Optik ohne mathematische Entwicklungen. Mit Hilfe einfacherer mathematischer Herleitungen sucht Schröder in seinem Buch «Photographische Optik» dem Leser das Verständnis der zum Teil äußerst komplizierten Verhältnisse näher zu bringen; aber einmal ist die Verfolgung auch noch so einfacher mathematischer Herleitungen nicht jedermanns Sache, und dann ist leider bei Schröder die ganze Ausdrucksweise so schwer verständlich, daß selbst Mathematiker von Fach Mühe haben, den Zusammenhang der einzelnen Dinge zu begreifen.

Ehe die Linsen selber besprochen werden, sei daran erinnert, daß ein Lichtstrahl, der, aus einem dünneren Medium, z. B. Luft, kommend, auf ein dichteres, z. B. Glas, auftrifft, eine Ablenkung von seinem geraden Wege erleidet, wenn er mit der in seinem Auffallspunkte errichteten Senkrechten, dem Einfallslote, irgend einen Winkel bildet. Bei dem Übergange von einem dünneren Mittel in ein dichteres wird der Strahl nach dem Einfallslote zu, beim Übergange von einem dichteren in ein dünneres hingegen vom Einfallslote weg gebrochen. Einfallswinkel und Brechungswinkel stehen in gewissen Beziehungen zu einander. Es ist nämlich das Verhältnis des Sinus des Einfallswinkels zum Sinus des Brechungswinkels für je zwei Medien ein konstantes. Diese konstante Zahl heißt, wenn das zum Einfallswinkel gehörige Medium Luft ist, Brechungsindex des brechenden Mediums.

Brechungsgesetz.

Ist der Einfallswinkel eines Strahles gleich Null, d. h. fällt er in die Richtung des Einfallslotes, also senkrecht auf die brechende Fläche, so ist auch der Brechungswinkel gleich Null, der Strahl geht ungebrochen weiter.

Formen der Sammellinsen.

Die Sammel- oder Konvexlinsen haben bekanntlich je nach der Beschaffenheit ihrer gekrümmten Flächen verschiedene Namen. Man unterscheidet bikonvexe (Fig. 15a) mit zwei in entgegengesetztem Sinne gekrümmten Flächen, plankonvexe (Fig. 15 b) mit einer ebenen und einer gekrümmten Fläche und konkavkonvexe (Fig. 15c) mit zwei in demselben Sinne gekrümmten Flächen. Alle diese Linsen sind in der Mitte dicker als am Rande. Ist das Umgekehrte der Fall, so haben wir Zerstreuungslinsen.

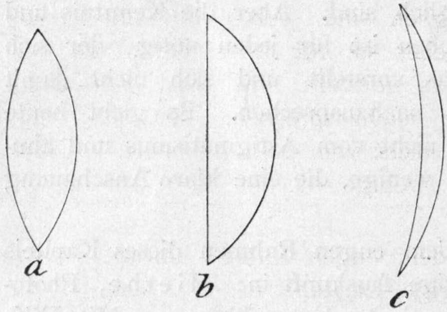


Fig. 15.

Als Beispiel einer Sammellinse wollen wir eine bikonvexe Linse mit gleichen Krümmungsradien wählen.

Hauptstrahlen.

Ein vom Krümmungsmittelpunkt K (Fig. 16) nach dem Mittelpunkte O der Linse gerichteter Strahl $a\, a_1$ heiſst die optische Achse der Linse. Jeder andere durch den Mittelpunkt der Linse gehende Strahl $c c_1$, $d d_1$, $b b_1$ führt den Namen Hauptstrahl. Alle diese Strahlen gehen bei Linsen geringer Dicke ungebrochen hindurch. In Wirklichkeit hat nur die Bikonvexlinse mit gleichen Radien einen eigentlichen Mittelpunkt, und man betrachtet daher in der Optik auch nicht den Mittelpunkt als Kardinalpunkt, sondern die sogenannten Hauptpunkte, deren jede Linse zwei hat. Für unsere Zwecke genügt aber die Annahme eines Hauptpunktes, den wir der Einfachheit halber mit dem Mittelpunkte identifizieren. Die optische Axe schneidet die brechenden Flächen in ihrem Scheitelpunkte. Geht die optische Axe auch durch den Krümmungsmittel- bezw. Scheitelpunkt der zweiten und etwaiger weiterer brechender Flächen, so heiſst das System »centriert«. Setzen wir nun voraus, dass die Linse so dünn ist, daſs ihre Dicke vernachlässigt werden kann, und daſs ferner ihre Öffnung eine sehr kleine ist, so gelten folgende Gesetze:

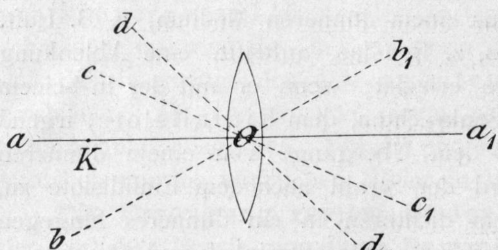


Fig. 16.

Linsenregeln.

Treffen Strahlen, welche parallel zur Axe laufen, auf die Linse, so werden sie auf der anderen Seite zu einem Punkte F (Fig. 17) auf der Axe vereinigt. Dieser Punkt heiſst **Brennpunkt.**

Der Abstand FO des Brennpunktes vom Hauptpunkte der Linse heiſst **Brennweite.** Denken wir uns nun eine punktförmige Lichtquelle im Brennpunkte F (Fig. 17) stehend, so werden die von ihr divergent ausgehenden Strahlen auf der andern Seite der Linse parallel weiter gehen. Es ist dies die einfache Umkehrung des vorigen Satzes.

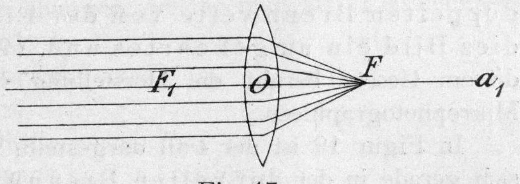


Fig. 17.

Will man die Lage des Bildes irgend eines durch eine Linse abgebildeten Gegenstandes bestimmen, so kann man das mit genügender Genauigkeit durch folgende einfache Konstruktion. Man zieht von irgend einem Punkte des Gegenstandes einen zur optischen Axe parallelen Strahl nach der Linse. Dieser Strahl geht nach der Brechung durch den Brennpunkt der Linse. Von demselben Punkte zieht man als zweiten Strahl den durch die Mitte der Linse gehenden Hauptstrahl, der, wie bereits gesagt, ohne Brechung durch die Linse hindurchgeht. Am Schnittpunkt beider Strahlen entsteht das reelle Bild jenes Punktes. Auf diese Weise sind die folgenden Linsenregeln durch Figuren veranschaulicht.

Liegt nun ein Gegenstand AB weiter, als die doppelte Brennweite der Linse beträgt, von ihr ab, so entsteht, wie aus Fig. 18 ersichtlich, von diesem Gegenstande ein reelles Bild in dem Raume zwischen einfacher und doppelter Brennweite. Das Bild ist umgekehrt und verkleinert. Dieser Fall ist der gewöhnliche in der Photographie. Die Gröſse des entstehenden Bildes hängt bei gleicher Gegenstandsweite von der Brennweite der Linse ab. Je länger sie ist, um so gröſser wird das Bild. Dadurch ist die Möglichkeit gegeben, ein und denselben Gegenstand trotz gleicher Entfernung in verschiedener Gröſse aufzunehmen.

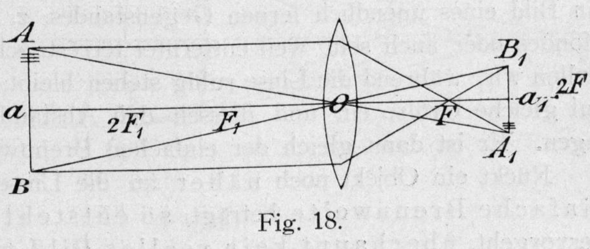


Fig. 18.

Betrachten wir jetzt wiederum den Gang der Strahlen umgekehrt, und das, was früher Bild war, in Fig. 18, jetzt als Objekt, so muſs das Bild des Gegenstandes da liegen, wo vorher das Objekt stand. Daraus folgt also, daſs Gegenstände, die zwischen der einfachen und doppelten Brennweite einer Sammellinse sich befinden, ihr reelles Bild in mehr als der doppelten Brennweite von der Linse haben, und daſs dies Bild ein umgekehrtes und vergröſsertes ist. Auf diesem Gesetz beruht die Herstellung von Vergröſserungen und Mikrophotographieen.

In Figur 19 ist der Fall dargestellt, wo der Gegenstand AB sich gerade in der doppelten Brennweite $2F_1$ der Linse befindet. Sein reelles, gleich groſses, umgekehrtes Bild A_1B_1 befindet sich gleichfalls in der doppelten Brennweite auf der andern Seite der Linse*). Sollen also Gegenstände in natürlicher Gröſse aufgenommen werden, so muſs der Gegenstand genau in einer Entfernung gleich der doppelten Brennweite vor dem jeweils benutzten Objektiv aufgestellt werden.

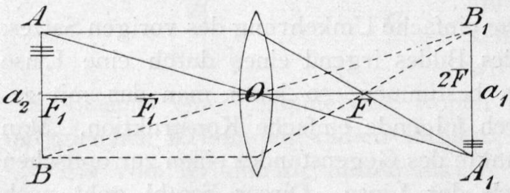


Fig. 19.

Bestimmung der Brennweite.

Während also das Objekt von der doppelten Brennweite bis zur Unendlichkeit allmählich sich immer weiter entfernt, rückt das Bild aus der doppelten Brennweite näher an die Linse heran bis in den Brennpunkt. Das giebt uns die Möglichkeit, die Brennweite einer beliebigen Sammellinse festzustellen. Wir entwerfen zunächst ein Bild eines unendlich fernen Gegenstandes, z. B. der Sonne, des Mondes oder auch sehr weit entfernter terrestrischer Objekte. Dann stellen wir, während die Linse ruhig stehen bleibt, einen Gegenstand auf gleiche Gröſse ein und messen den Abstand der beiden Bildlagen. Er ist dann gleich der einfachen Brennweite der Linse.

Rückt ein Objekt noch näher an die Linse heran, als die einfache Brennweite beträgt, so entsteht, wie aus Fig. 20 hervorgeht, überhaupt kein reelles Bild mehr, sondern die Strahlen treten divergierend aus. Divergente, das Auge treffende Strahlen scheinen ihm immer von dort herzukommen, wo sie sich bei ihrer gradlinigen Verlängerung nach rückwärts schneiden; deshalb sieht das Auge von dem Objekte AB in Fig. 20 ein

*) In Fig. ist statt a_2 F_1 zu lesen a $2F_1$.

aufrechtes, vergröſsertes Bild, welches weiter von der Linse abliegt als das Objekt in Wahrheit. Ein derartiges nicht aufzufangendes Bild heiſst ein virtuelles. Dieser Fall kommt in der Photographie nicht vor; nur die Lupen, die zum Einstellen der Bilder verwendet werden, gehorchen diesem Gesetze.

Linsenfehler.

Diese Gesetze der Abbildung durch einfache Linsen erleiden nun eine Reihe von Abweichungen, welche man als »Linsenfehler« bezeichnet. Eigentlich sind es keine Fehler, sondern durch die Natur des Lichtes, des Linsenmateriales, die Linsenform und durch das Brechungsgesetz bedingte, streng gesetzmäſsige Eigenschaften, die erst dadurch zu Fehlern werden, daſs sie das gewünschte Resultat beeinträchtigen.

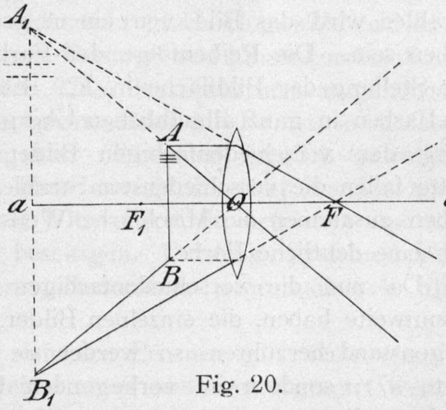


Fig. 20.

Farbenabweichung.

Für die Photographie von groſser Bedeutung ist die **Farbenabweichung** oder **chromatische Aberration.** Sie kommt dadurch zu stande, daſs bei der Brechung das weiſse Licht in seine verschiedenen Bestandteile zerlegt wird, wie schon bei Besprechung

a) Ursachen,

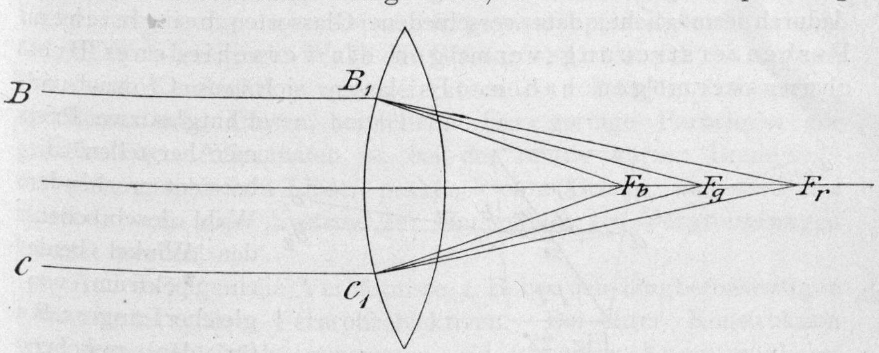


Fig. 21.

der Spektroskope in Kap. 1 genauer dargelegt ist. Zur Veranschaulichung der Verhältnisse bei den Linsen diene Fig. 21. Der parallel zur Axe einfallende Strahl BB_1 wird bei seinem Eintritt in die Linse in seine verschiedenfarbigen Strahlen zerlegt. Diese werden um so stärker gebrochen, je kürzer ihre Wellenlänge ist. Beispielshalber mögen die roten Strahlen nach F_r, die

grünen nach F_g und die blauen nach F_b hin gebrochen werden. Das gleiche wird der Fall sein für den Strahl CC_1. Es entsteht also nicht ein einfaches weißes Bild, sondern eine Reihe von verschiedenfarbigen, hintereinander gelegenen Bildern.

b) Folgen, Hätten wir nur ein aus den drei Farben Rot, Grün und Blau zusammengesetztes Licht, so würde bei Stellung der bildauffangenden Fläche in F_b ein scharfes blaues Bild des Gegenstandes entstehen. Durch die noch nicht zur Vereinigung gelangten grünen und roten Strahlen wird das Bild von einem grünen und roten Saume umgeben sein. Die Reihenfolge der Farben ist genau umgekehrt bei der Stellung der Bildfläche in F_r. Für das weiße Licht, welches die Farben in ganz allmählichen Übergängen enthält, ist die Trennung der verschiedenfarbigen Bilder keine so scharfe. In der Mitte fallen die verschiedensten Strahlengattungen übereinander und geben zusammen die Mischfarbe Weiß, und nur am Rande zeigt sich eine deutliche Farbe.

Da nun die verschiedenfarbigen Strahlen eine verschiedene Brennweite haben, die einzelnen Bilder aber von ein und demselben Gegenstand herrühren, so werden sie nicht gleich groß sein (vgl. Seite 37), sondern im vorliegenden Falle ist das rote Bild das größte, die andern sind, entsprechend der Abnahme der Brennweiten ihrer sie erzeugenden Strahlen, kleiner.

c) Beseitigung. Die **Beseitigung** der Farbenabweichung ist eine unerläßliche Forderung für die Herstellung brauchbarer Objektive. Sie wird dadurch ermöglicht, daß verschiedene Glassorten bei gleichem Farbenzerstreuungsvermögen ein verschiedenes Brechungsvermögen haben. Es lassen sich aus Crown- und Flintglas zwei Prismen herstellen, die bei entsprechender Wahl der brechenden Winkel beide ein Spektrum von gleicher Länge, z. B. für den zwischen den Fraunhoferschen Linien C und F gelegenen Teil, liefern. Würde man nun die beiden Prismen Cr und Fl (Fig. 22) so miteinander kombinieren, daß ihre brechenden Winkel entgegengesetzt gerichtet sind, so wird für den mittleren ($a\,x$ und $a\,y$), bei den einzelnen Prismen gleichlangen Teil des Spektrums, die Farbenzerstreuung wieder aufgehoben, während vermöge der stärkeren Brechung durch das verwendete Crownglasprisma noch eine Ab-

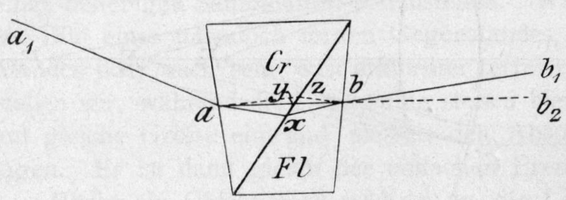


Fig. 22.

lenkung des Strahles bestehen bleibt. Für die Strahlen, welche in den beiden Prismen nicht die gleiche Farbenzerstreuung erleiden, findet auch keine völlige Wiedervereinigung statt, so daſs z. B. die violetten Strahlen, die in der Richtung *a z b* gebrochen werden, nach b_2 gelangen.

Wie schon angedeutet, erstreckt sich die Farbenvereinigung nicht über das ganze Spektrum, sondern es bleibt sowohl am roten, wie am violetten Ende noch ein Rest der Farbenabweichung bestehen, der in der Optik den nicht sehr glücklich gewählten Namen sekundäres Spektrum führt: Prismen- und Linsenkombinationen mit teilweiser, für die mittleren Teile des Spektrums aufgehobener Farbenabweichung heiſsen **achromatische.** Es ist in neuester Zeit durch Herstellung geeigneter Glassorten möglich geworden, die Vereinigung der Farben über das ganze sichtbare Spektrum, ja sogar auch für Ultrarot und Ultraviolett zu erreichen und das sekundäre Spektrum ganz zu beseitigen. Derartige Systeme heiſsen im Gegensatz zu den weniger vollkommenen achromatischen **apochromatische.** Sekundäres Spektrum.

Genau das Gleiche wie von den Prismen gilt auch von den Linsen, die man sich, wie weiter unten auseinandergesetzt werden wird, aus lauter prismatischen Elementen zusammengesetzt denken kann. Wird eine Sammellinse aus Crownglas mit einer entsprechend berechneten Zerstreuungslinse aus Flintglas so kombiniert, daſs das ganze System noch eine Sammellinse bleibt, so hebt letztere die Farbenzerstreuung der ersteren für gewisse Spektralbezirke wieder auf. Durch geeignete Wahl der Glassorten lassen sich — namentlich durch Kombination von drei Linsen — vollständig farbenreine, apochromatische Linsen herstellen. Der geringe Farbenrest der gewöhnlichen Achromaten ist bei der relativ kurzen Brennweite der photographischen Linsen praktisch ohne Belang, und wird erst störend, wenn diese Systeme zur Herstellung von Vergröſserungen benutzt werden.

Anders liegen die Verhältnisse z. B. bei den langbrennweitigen astronomischen Fernrohrobjektiven. Bei ihrer Konstruktion wird darauf Rücksicht genommen, ein für unser Auge möglichst gutes Bild zu erzeugen und daher die Farbenkorrektion für die optisch hellsten, die gelben und gelbgrünen Lichtstrahlen, vorgenommen, während die roten und namentlich die wenig hellen blauen Strahlen sich an einer anderen Stelle vereinigen und daher das scharfe helle Bild mit einem allerdings sehr lichtschwachen farbigen Saume umgeben. Wollte man nun aber mit derartigen Linsen photographische Aufnahmen des Himmels machen, so würde Focusdifferenz.

der Versuch daran scheitern, daſs die optisch hellsten Strahlen auf die Platte einen viel geringeren Eindruck machen als die noch nicht vereinigten blauen, chemisch wirksameren. Es entsteht also ein unscharfes Bild. Den Unterschied in dem Vereinigungspunkt der optisch und der chemisch wirksamsten Strahlen nennt man **Focusdifferenz.** Will man ein gewöhnliches achromatisches Objektiv zur Himmelsphotographie benutzen, so muſs durch Versuche der Vereinigungspunkt der photographisch wirksamen Strahlen ermittelt werden. Sie erzeugen vermöge ihrer stärkeren Wirkung auf die Bromsilberplatte eher ein scharfes Bild, als die weniger wirksamen, unvereinigten, optisch hellen Strahlen eine Unschärfe hervorrufen. Allerdings ist das nur der Fall, wenn die Expositionszeit eine gerade passende ist. Das beste, vielleicht einzige Objekt für diese Art von Aufnahmen ist der Mond. Will man sicherer gehen, so müssen die Objektive so konstruiert werden, daſs die photographisch wirksamsten Strahlen zur exakten Vereinigung gelangen, und die anderen so stark zerstreut werden, daſs sie auch bei langen Expositionszeiten keinen Schaden anrichten können. Ein derartiges Fernrohr ist dann selbstverständlich nie zur Okularbeobachtung zu gebrauchen.

Auch in der Mikrophotographie spielt die Focusdifferenz eine wichtige Rolle, und sie war lange Zeit die gröſste Feindin dieses Zweiges der Photographie. Die auch heute noch von den meisten Mikroskopikern verwendeten achromatischen Linsen sind ebenso wie die astronomischen für die hellsten Strahlen korrigiert. Diese Korrektion ist bei den verschiedenen Fabrikaten nicht gleichwertig, und manche haben eine so erhebliche Focusdifferenz, daſs sie zum Photographieren nicht zu brauchen sind. In neuester Zeit sind die Linsen erheblich verbessert, so daſs jemand, der bei den ersten Firmen sein optisches Instrumentarium bezogen hat, dasselbe auch unter bestimmten Vorsichtsmaſsregeln zur Photographie verwenden kann. Über die näheren Verhältnisse dieser Linsen und die praktische Beseitigung ihrer Fokusdifferenz findet sich das Wichtigste in dem Kapitel über Vergröſserung und Mikrophotographie. Die Firma Zeiſs hat auch für den Mikroskopiker vollständig farbenfreie Objektive konstruiert, die bekannten **Apochromate.** Sie sind nicht nur für den sichtbaren Teil des Spektrums korrigiert, sondern auch zur Beruhigung der ganz ängstlichen Gemüter für Ultrarot und das so gefürchtete Ultraviolett.

Prüfung auf Focusdifferenz.

Zur **Prüfung auf Focusdifferenz** bedient man sich eines **Focimeters,** das man sich leicht selber herstellen kann. Eine sehr praktische Anordnung beschreibt Miethe in seiner photographischen Optik, die auſserdem den Vorteil hat, nichts zu kosten.

Man schneidet sich aus ziemlich dickem weissen Karton etwa 6—8 rechteckige Scheiben aus, deren erste 4 cm breit ist, während jede folgende 2—3 cm breiter ist. Auf jeder zieht man einige recht scharfe und schwarze senkrechte Linien und schreibt zur genauen Erkennung Zahlen oder Buchstaben daneben. Die so vorbereiteten Scheiben werden in die Fälze eines Negativständers hintereinander aufgestellt, wie Fig. 23 zeigt. Dieses Focimeter wird bei **voller** Öffnung des zu untersuchenden Objektivs auf der Mattscheibe der Kamera so eingestellt, daſs eine der mittleren Nummern, etwa drei oder vier, so scharf als irgend möglich erscheint. Dabei muſs man, um ganz sicher zu gehen, daſs die Mattscheibe auch genau an der Stelle der später einzusetzenden empfindlichen Platte steht, erstere in die von rückwärts geöffnete Kassette einlegen und darauf die Einstellung vornehmen, also nicht auf der gewöhnlichen Visierscheibe. Nun wird die Mattscheibe durch die empfindliche Platte ersetzt und bei möglichst kurzer Expositionszeit, um ein hartes Negativ zu erhalten, eine Aufnahme gemacht. Erscheint nach der Entwicklung eine andere Nummer scharf, als die eingestellte, so ist Focusdifferenz vorhanden. Soll die Probe sehr empfindlich sein, vermehrt man die Anzahl der Scheiben und bringt sie nur drei bis vier Millimeter weit hintereinander an, was durch Zwischenleimen entsprechender Brettchen leicht gelingt.

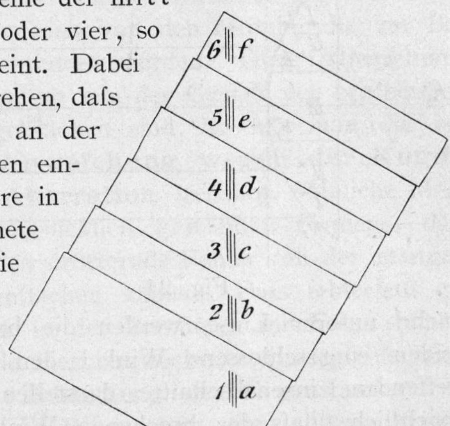


Fig. 23.

Sphärische Aberration.

Es liegt nun der Gedanke nahe, die durch die Farbenabweichung bei der Abbildung durch eine einfache Linse entstehende Unschärfe dadurch zu beseitigen, daſs man zur Beleuchtung des Gegenstandes nur einfarbiges Licht verwendet. Aber auch in diesem Falle würde das Bild unscharf sein. Das hat seinen Grund darin, daſs die Strahlen, welche den Rand der Linse treffen, stärker gebrochen werden als die central auffallenden. Schon aus der Betrachtung der Fig. 17 geht deutlich hervor, daſs die parallel ankommenden Strahlen um so stärker gebrochen werden müssen, um nach dem Brennpunkte F zu gelangen, je weiter sie nach dem Rande der Linse zu auffallen.

a) Ursache,

Über das Zustandekommen der stärkeren Brechung der Randstrahlen kann man sich eine Vorstellung machen, wenn man sich

die Linse aus lauter kleinen Prismen zusammengesetzt denkt. In Fig. 24 ist dieses Verhältnis für drei Abschnitte einer plankonvexen Linse schematisch dargestellt. Wir werden offenbar den brechenden Winkel eines jeden der angenommenen Teilprismen dadurch erhalten, daſs wir an die Kugeloberfläche die Tangentialebene legen, d. h. die zum Einfallslote — in diesem Falle der vom Einfallspunkte des Strahles nach dem Krümmungsmittelpunkte gezogene Radius — senkrechte Ebene. Diese Ebene und die bis zum Durchschnitt mit ihr ausgedehnte Planfläche unserer Linse werden die brechenden Flächen, der von beiden eingeschlossene Winkel den brechenden Winkel des betreffenden Linsenabschnittes darstellen. Aus der Figur ist deutlich ersichtlich, daſs der brechende Winkel α des Prismas I gröſser ist als der zu Prisma II gehörige Winkel β. Für den centralen Teil sind die brechenden Kanten parallel, so daſs in Prisma III keine Ablenkung stattfindet.

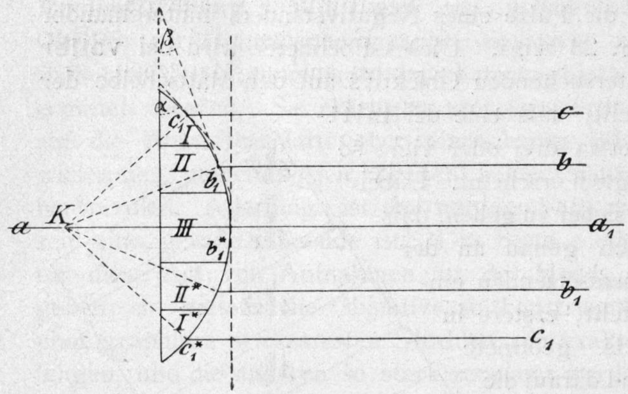


Fig. 24.

Die allmähliche Zunahme der Brechung der auffallenden parallelen Strahlen erfolgt aber nur für einen sehr kleinen Teil der

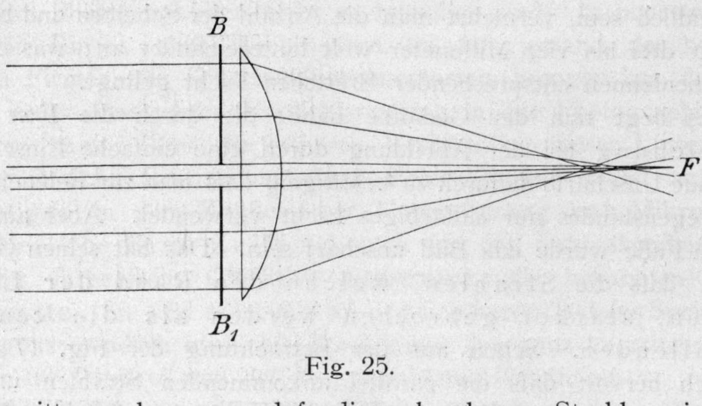


Fig. 25.

Linsenmitte so langsam, daſs die gebrochenen Strahlen sich im Brennpunkte vereinigen können. Am Rande wächst sie stärker, so daſs die Vereinigung nicht im, sondern bereits vor dem Brenn-

punkte erfolgt. Stellen wir nun (vergl. Fig. 25) in dem Brennpunkte der centralen Strahlen, F die Mattscheibe auf, so zeigt sich das scharfe, durch die hier vereinigten Mittelstrahlen erzeugte Bild umgeben von einem konzentrischen unscharfen Hofe, hervorgerufen durch die bereits wieder divergierenden Randstrahlen. Es leuchtet ohne weiteres ein, dafs die Unschärfe sich dadurch wird verringern lassen, dafs vor der Linse eine mit einem hinreichend kleinen Loche versehene undurchsichtige Scheibe, eine Blende BB_1 angebracht wird, die nur den centralen Strahlen den Durchtritt gewährt. In der That ist dies eins von den Mitteln, die zur Beseitigung dieses Fehlers angewendet werden. Diese Abweichung hängt, wie wir gesehen haben, ab von der Gestalt der brechenden Flächen, und da diese Kugelflächen sind, so hat man die beschriebene Erscheinung die **Abweichung wegen der Kugelgestalt** oder **sphärische Aberration** genannt. Manche Menschen glauben wegen des unglücklich gewählten Namens, dafs dieser und namentlich später zu erörternde Fehler von der mangelhaften Herstellung der Linsenflächen kämen. Dafs fehlerhaft geschliffene Linsen auch Fehler in der Brechung zur Folge haben, ist selbstverständlich; aber alle hier besprochenen Linsenfehler sind auch bei rein theoretischer Behandlung des Gegenstandes vorhanden, wo sicherlich nichts im Wege steht, die vollkommensten Kugelflächen vorauszusetzen. b) Folgen,

Da die sphärische Abweichung unter allen Umständen ein unscharfes Bild bedingt, so mufs auf ihre Beseitigung grofses Gewicht gelegt werden. Mit Hilfe von Blenden gelingt sie nicht vollständig und aufserdem würde das Bild zu lichtschwach werden, weil der bei weitem gröfste Teil der Strahlen abgeblendet werden mufs. Die Gröfse der sphärischen Aberration ist abhängig von der Gestalt der Linse und dem Brechungsindex des Linsenmaterials. Für die plankonvexe Linse ist sie kleiner als für die bikonvexe. Es ist auch nicht gleichgültig, welche Fläche bei unsymmetrischen Linsen den einfallenden Strahlen zugewendet ist. Es lassen sich nun für Medien mit verschiedenem Brechungsindex Linsenformen errechnen, bei denen die Abweichung wegen der Kugelgestalt die möglichst geringste ist. Diese Linsen bezeichnet man als Linsen bester Form. Wir haben also aufser der Abblendung noch die Möglichkeit, durch passende Wahl der Linsengestalt den Fehler zu vermindern. Schliefslich bleibt noch ein ähnliches Mittel, wie wir es schon bei der Farbenabweichung kennen gelernt haben, die Kombination von Linsen, von denen die zweite eine ebenso grofse Abweichung, jedoch in dem entgegengesetzten c) Beseitigung.

Sinne hat, wie die andere. Linsen, die am Rande dünner sind, als in der Mitte, vereinigen die Randstrahlen vor dem Brennpunkte, wie wir in dem oben gewählten Beispiele gesehen haben. Umgekehrt haben Linsen mit dünnerer Mitte für die Randstrahlen eine längere Brennweite, und so kommen wir auch bei der sphärischen Abweichung zu einer Kombination von einer Sammel- und einer Zerstreuungslinse, welche beiden Formen, wie schon oben erwähnt, die erforderlichen Eigenschaften in Bezug auf ihre Dickenverhältnisse haben und dementsprechend je nachdem eine positive oder negative Abweichung besitzen.

Die Gröſse der sphärischen Abweichung ist nicht nur von dem Brechungsvermögen des Glases abhängig, sondern sie wird auch von der Brechbarkeit der einzelnen Farben des Lichtes beeinfluſst, ist also verschieden je nach der Wellenlänge des Lichtes. Daher wird man für optische Instrumente die Aufhebung der sphärischen Abweichung möglichst für die hellsten Strahlen erstreben, für die auch die Farbenabweichung beseitigt ist. Durch diesen Umstand wird die Verwendung von optischen Linsen für photographische Zwecke noch mehr erschwert. Denn wenn die durch die Focusdifferenz bedingte Unschärfe dadurch vermieden wird, daſs die Aufnahme im chemischen Brennpunkt gemacht wird, so kann durch die bestehende **chromatische Differenz der sphärischen Abweichung**, wie die Abhängigkeit der letzteren von der Wellenlänge des Lichtes bezeichnet wird, trotz alledem Unschärfe bestehen bleiben. Dasselbe ist auch der Fall bei Verwendung von Farbenfiltern. Wenn sie nicht Licht von einer Wellenlänge hindurchlassen, für die auch Korrektion der sphärischen Aberration besteht, wird das Bild unscharf.

Schiefe Strahlen.

Bisher wurden nur Strahlen der Betrachtung unterzogen, die parallel zur optischen Axe auf die Linse auftrafen. Durch derartige Strahlen können aber nur Gegenstände abgebildet werden, die an Gröſse höchstens dem Durchmesser der Linse gleichkommen. Wollen wir z. B. den Gegenstand GG_1 in Fig. 26 durch die Linse LL_1 abbilden, so können axenparallele Strahlen, oder, wie man auch sagt, gerade Strahlen, nur von dem Abschnitt bb_1 gleich dem Durchmesser von LL_1 auf die Linse auftreffen. Alle seitlich gelegenen Teile,

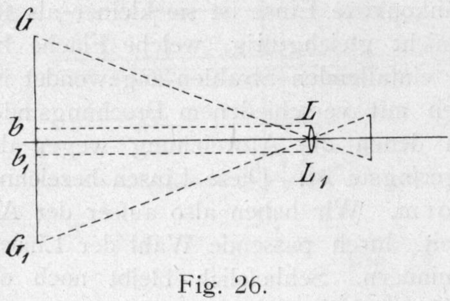


Fig. 26.

wie die Punkte G und G_1, können nur durch gegen die Axe geneigte Strahlen, im Gegensatz zu den geraden auch schiefe genannt, zur Abbildung gelangen. Wir müssen nun untersuchen, welchen Einfluſs diese schiefen Strahlen auf das Bild ausüben.

Bildfeldwölbung. a) Wesen.

Bei der Besprechung der folgenden Abweichung wollen wir, um die Verhältnisse möglichst durchscheinend zu gestalten, nur eine brechende Fläche annehmen. In Fig. 27 sei G eine Glasmasse, bei der an einer Stelle die Kugelfläche AB mit dem Krümmungsradius SK angeschliffen ist. Dann findet nur eine Brechung an der einen Fläche AB statt, und zwar dergestalt, daſs parallele Strahlen ungefähr in einer Entfernung gleich dem dreifachen Krümmungsradius vereinigt werden. Denken wir uns durch

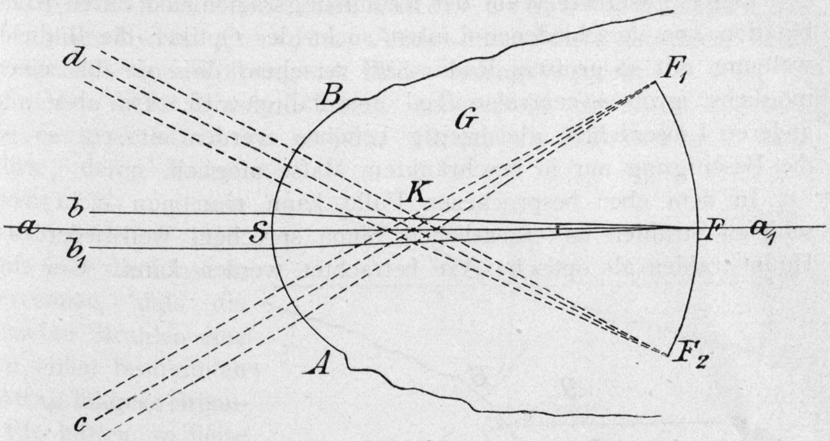


Fig. 27.

den Mittelpunkt K der angeschliffenen Krümmungsfläche den Strahl aK gezogen, so stellt er einen Hauptstrahl dar, der ungebrochen im Glase weiter geht. Zwei zu ihm parallele Strahlen $b\ b_1$ werden, wenn sie so nahe an dem Hauptstrahl verlaufen, daſs sie nach der Brechung keine sphärische Abweichung zeigen, in dem Brennpunkte bei F vereinigt. Das Gleiche wird der Fall sein mit dem Strahlenbüschel um den Hauptstrahl cK. Sein Vereinigungspunkt wird ebenfalls in der Entfernung der Brennweite hinter der brechenden Fläche in F_1 liegen, ebenso der des Büschels um dK bei F_2. Alle Vereinigungspunkte liegen also gleich weit hinter der brechenden Fläche, oder, mit andern Worten, auf einer Kugeloberfläche, deren Radius von der Brennweite der brechenden Fläche abhängt. Daraus folgt, daſs das von Hauptstrahlen erzeugte Bild eines Gegenstandes unter allen Umständen ein gewölbtes ist, auch wenn der Gegenstand, der abgebildet

wird, ein ebener ist. Diese Eigentümlichkeit bei der Abbildung führt den Namen **Bildfeldwölbung.**

Ganz ähnlich verhalten sich auch die Linsen und Kombinationen von Linsen, nur daſs durch die wiederholte Brechung der Strahlen an den verschiedenen Flächen der Krümmungsradius des gewölbten Bildes geändert wird.

b) Folgen, Der Einfluſs der Bildfeldwölbung auf das gewünschte Resultat ist leicht einzusehen. Die photographische Platte ist eine Ebene. Stellen wir sie in *F* auf, so werden nur die mittleren Teile des Bildes scharf erscheinen, die Randteile aber unscharf sein und entsprechend bei Einstellung auf die Randteile eine centrale Unschärfe bestehen.

c) Beseitigung. Durch geeignete Wahl der Krümmungsradien und durch Kombination von verschiedenen Linsen sucht der Optiker die Bildfeldwölbung mit so groſsem Radius zu versehen, daſs sie für einen möglichst groſsen centralen Teil unauffällig wird. Da aber alle anderen Linsenfehler gleichzeitig behoben werden müssen, so ist die Beseitigung nur in beschränktem Maſse möglich.

Brennweite schiefer Strahlen. In dem eben besprochenen Falle kann man nun nicht von schiefen Strahlen im eigentlichen Sinne sprechen, weil jeder der Hauptstrahlen als optische Axe betrachtet werden kann. Um ein-

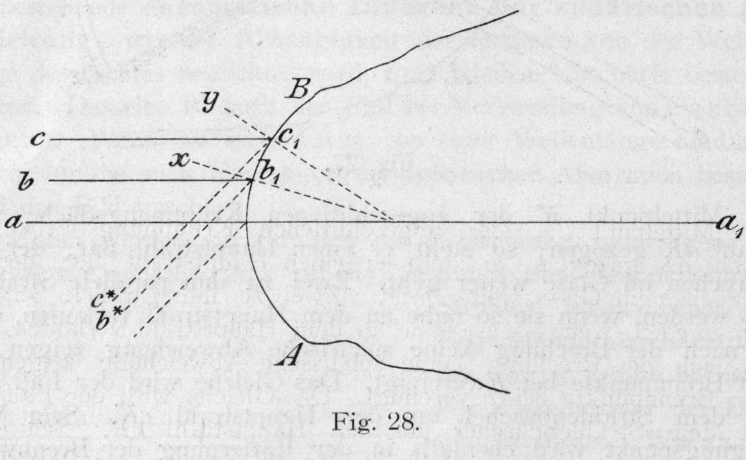


Fig. 28.

fache Verhältnisse zu behalten, wollen wir auch bei der weiteren Betrachtung die einfache brechende Fläche zu Grunde legen, den mittleren Hauptstrahl aa_1 in Fig. 28 als optische Axe einführen, und untersuchen, wie sich zu dieser Linie geneigte Strahlen verhalten, wenn sie nicht Hauptstrahlen sind. Auf die brechende Fläche *AB* fallen eine Anzahl axenparalleler Strahlen. Ihr Vereinigungspunkt liegt, wie wiederholt gesagt wurde, im Brennpunkt.

Nun denken wir uns auf dieselben Stellen schiefe, unter sich parallele Strahlen auffallen. Der Einfallswinkel des Strahles bb_1 ist der Winkel bb_1x, derjenige des an der nämlichen Stelle auftreffenden schiefen Strahles b^*b_1 der Winkel b^*b_1x. Der Einfallswinkel des schiefen ist offenbar gröſser als der des geraden Strahles, also muſs auch die Brechung eine stärkere sein. Ganz ebenso ist auch der Einfallswinkel des Strahles c^*c_1 gröſser als der des entsprechenden geraden Strahles cc_1. Daraus folgt, daſs im vorliegenden Falle die parallelen schiefen Strahlen eine kürzere Brennweite haben als die geraden. Es lassen sich Linsen konstruieren, bei denen das Umgekehrte der Fall ist, und so gilt der ganz allgemeine Satz, daſs schiefe Strahlen, soweit sie nicht Hauptstrahlen sind, eine andere Brennweite haben als die parallelen geraden. Auch durch diese Strahlen kann demgemäſs eine Wölbung des Bildes erzeugt werden.

Ebnung des Bildes durch schiefe Strahlen.

Aber dieser Umstand könnte andererseits ein Mittel abgeben, das Gesichtsfeld zu ebnen. Hätten wir z. B. in Fig. 29 eine Linse, deren Brennpunkt für gerade Strahlen in F läge, und wäre die Linse so berechnet, daſs die schiefen Strahlen eine um einen bestimmten Betrag längere Brennweite hätten, so lieſse sich das gewölbte Gesichtsfeld in der Brennebene F_1 F_2 ebnen. In der That giebt es derartige Linsen, die aus einem einfachen achromatischen Linsenpaare bestehenden Landschaftslinsen. Dabei tritt aber eine andere sehr unangenehme Erscheinung auf.

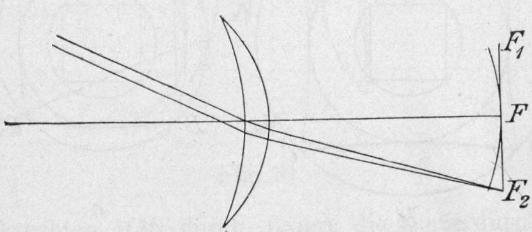


Fig. 29.

Verzeichnung. a) Ursache u. Folge.

Die schrägen Strahlen sind die von den verschiedenen seitlichen Objektteilen herkommenden. Weiter oben haben wir erfahren, daſs bei gleicher Gegenstandsweite die Gröſse des Bildes von der Länge der Brennweite abhängt. Es werden also bei der in Rede stehenden Abweichung die verschiedenen Teile des Bildes eine verschiedene Gröſse haben, je nachdem sie durch gerade oder schiefe Strahlen abgebildet werden. Wäre z. B. Fig. 30 *a* das zu reproduzierende Objekt, so werden die drei konzentrischen Kreise zwar als Kreise abgebildet werden, aber nicht mehr in gleicher Entfernung voneinander. Haben bei dem verwendeten Objektiv die schiefen Strahlen eine längere Brennweite, als die geraden, so werden die durch sie erzeugten Randteile des Bildes im Verhältnis

zur Mitte gröfser erscheinen, die Kreise also weiter voneinander abliegen. Da jeder Kreis durch gleichweit von der Mitte der Linse, also auch unter gleichem Winkel auffallende Strahlen abgebildet wird, so erscheint er, wie schon gesagt, zwar als Kreis, aber als gröfserer Kreis, wie bei normaler Abbildung, die wir bei der Bildfeldwölbung vorausgesetzt haben. Je weiter nach dem Rande zu die Strahlen auftreffen, um so auffälliger werden die Gröfsenunterschiede. Die eingezeichneten Quadrate gehören nun verschiedenen Kreisen an. Betrachten wir Quadrat *A B C D*, so liegt es mit der Mitte seiner Seiten auf Kreis II, mit den Ecken auf Kreis III. Infolgedessen werden im Bilde, Fig. 30*b*, mit Kreis III auch die Ecken weiter nach aufsen zu rücken, sodafs die Seiten des Quadrates nach innen eingebuchtet erscheinen. Genau

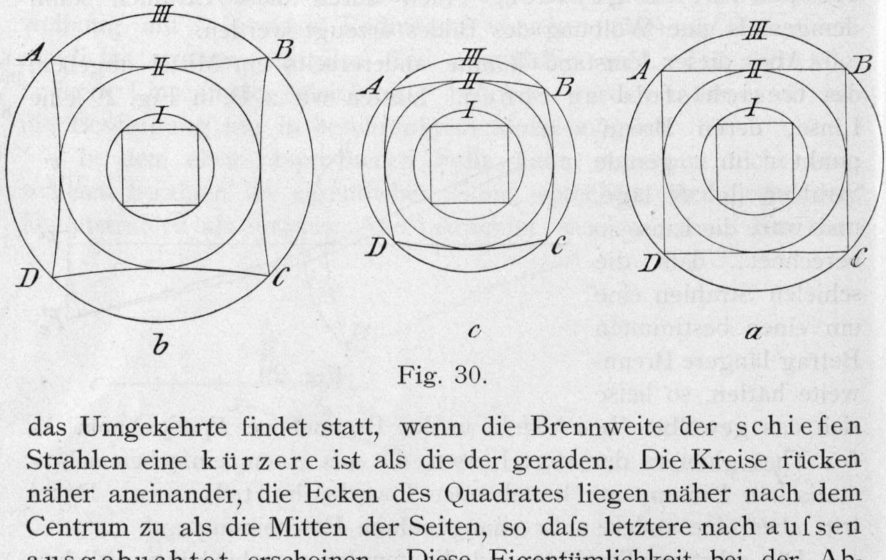


Fig. 30.

das Umgekehrte findet statt, wenn die Brennweite der schiefen Strahlen eine kürzere ist als die der geraden. Die Kreise rücken näher aneinander, die Ecken des Quadrates liegen näher nach dem Centrum zu als die Mitten der Seiten, so dafs letztere nach aufsen ausgebuchtet erscheinen. Diese Eigentümlichkeit bei der Abbildung führt den Namen **Verzeichnung** oder **Distorsion.**

b) Beseitigung.

Es kann hier nicht näher darauf eingegangen werden, zu zeigen, wie die Verzeichnung je nach Form und Stellung der Linse sich ändert, so wünschenswert es auch wäre, da diese Verhältnisse die Mittel und Wege geben, die Verzeichnung zu beseitigen. Die Beseitigung erfolgt in der Regel durch Kombination zweier gleicher Linsen in bestimmtem Abstande, die so angeordnet sind, dafs sie zwei identisch gekrümmte Flächen einander zukehren und eine centrale Blende zwischen sich fassen. Um dem Leser wenigstens einen Begriff davon zu verschaffen, wie es möglich ist, durch ein derartiges System einen Lichtstrahl

hindurchgehen zu lassen, ohne daſs er eine fehlerhafte Ablenkung erfährt, wollen wir ein einfaches System aus zwei plankonvexen Linsen betrachten. Auf die plankonvexe Linse L_1, Fig. 31, fällt irgend ein schiefer Strahl A auf und wird in der Richtung des Strahles B gebrochen. Steht nun die zweite Linse L_2 so, daſs die Entfernung ihres Scheitelpunktes S_2 von dem Schnittpunkte O des gebrochenen Strahles mit der optischen Axe beider Linsen aa_1 gleich ist der Entfernung des Scheitelpunktes S_1 der Linse L_1 von demselben Punkte O, so geht der Strahl B nach der Brechung durch L_2 parallel zu A weiter, nur um einen gewissen Betrag gegen die ursprüngliche Richtung parallel verschoben. In diesem Falle ist nämlich der Strahlengang durch die Linse L_2 ganz genau der umgekehrte wie durch die erste Linse, und man erhält ihn leicht ohne jede mathematische Formel auf folgende der Anschauung dienende Weise. Man kopiere sich auf Pauspapier die erste Hälfte der Fig. 31 bis zu der Senkrechten MM_1 durch, fixiere die Kopie durch eine Nadel in Punkt O und drehe sie um diesen Punkt um 180 Grad. Alsdann fallen alle Linien der zweiten Figurenhälfte mit den entsprechenden der ersten zusammen. Mag der Strahl B so irregulär gebrochen sein, wie er will, durch die zweite Linse erhält er seine reguläre Richtung wieder, der Fehler ist kompensiert. Natürlich liegen die Verhältnisse in der Wirklichkeit bei der Korrektur vieler in der verschiedensten Weise geneigten Strahlen nicht ganz so einfach, sondern erfordern recht umfangreiche Rechnungen, um die geeignete Linsenform und Stellung zu finden, aber für das Verständnis des Prinzipes, wie ein Fehler einer Linse durch eine zweite kompensiert werden kann, genügt das Vorstehende.

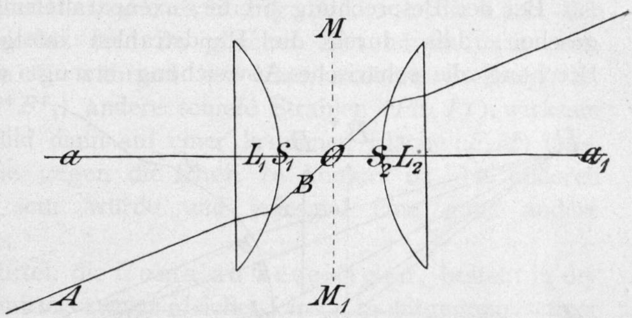


Fig. 31.

Statt einfacher Linsen werden natürlich solche Systeme kombiniert, die von den übrigen Linsenfehlern möglichst frei sind, insbesondere gut achromatische. Derartige aus zwei gleichen Achromaten zusammengesetzte und mit centraler Blende versehene Systeme führen den Namen **Aplanate,** wegen ihrer Freiheit von Verzeichnung. Neuerdings sind auch dreifache Linsenpaare ver- Aplanate.

bunden, um eine vollkommenere Beseitigung des weiter unten besprochenen Astigmatismus zu ermöglichen (Doppelanastigmat, Collinear u. s. w.). Alle einfachen Linsensysteme, die in der Photographie als Landschaftslinsen bezeichnet werden, besitzen nach dem Rande zu eine mehr oder weniger auffallende Krümmung der geraden Linien, so daſs sie nur zu solchen Aufnahmen geeignet sind, die derartige Linien nicht enthalten; und das sind eben die Aufnahmen gewöhnlicher Landschaften, woher der Name. Für Architekturen und Reproduktionen sind sie nicht zu brauchen. Die Mittel bei diesen Linsen, die Verzeichnung möglichst wenig auffällig zu machen, sind wesentlich passende Wahl der Öffnung und Stellung der Blende, der Glassorten und Linsendicken.

Coma. Bei der Besprechung breiter, axenparalleler Büschel haben wir gesehen, daſs durch die Randstrahlen infolge ihrer stärkeren Brechung die sphärische Abweichung erzeugt wird. Etwas Ähn-

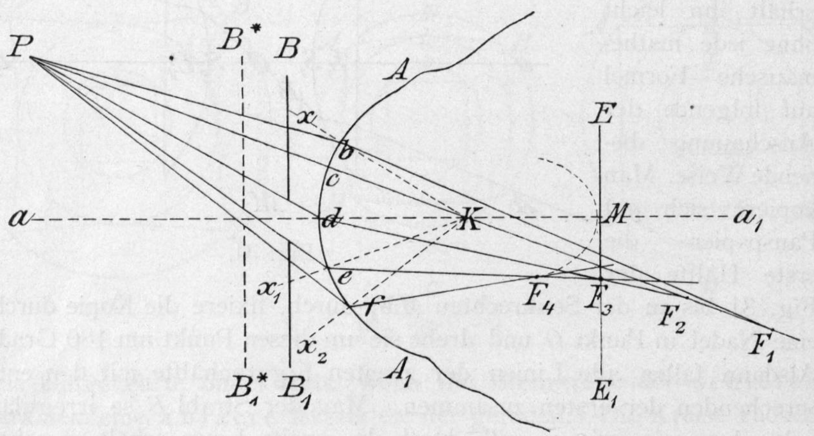


Fig. 32.

a) Entstehung. liches findet auch bei den schiefen Strahlen statt. Um uns die Vorgänge einigermaſsen anschaulich zu machen, beschränken wir uns wieder auf nur eine brechende Fläche AA_1 in Fig. 32. Von einem Punkte P auſserhalb der optischen Axe aa_1 gelangt eine Anzahl divergenter Strahlen auf die brechende Fläche. Alle diese Strahlen haben einen verschiedenen Einfallswinkel, so Pb den Winkel Pbx, Pc ist ein Hauptstrahl, Pd hat den Einfallswinkel Pda u. s. w. Demgemäſs werden alle diese Strahlen verschieden stark gebrochen, so daſs sie sich nicht wieder in einem Punkte vereinigen, sondern je zwei aufeinander folgende in den Punkten F_1, F_2, F_3, F_4. Diese Punkte liegen, wie aus der Figur ersichtlich ist, nicht wie bei der sphärischen Abweichung in einer

geraden Linie hintereinander, sondern in einer gekrümmten, einer kaustischen Linie. Die Folge dieser Brechung ist klar. Steht die bildauffangende Platte z. B. in EE_1, so wird kein scharfer Punkt bei F_3 entstehen, sondern ein einseitig ausgezogener, kometenartiger Schweif, erzeugt durch die bereits wieder divergierenden und die nicht vereinigten Strahlen, der sich auch bei jeder anderen Stellung der Platte in wechselnder Gestalt zeigen wird. Diese Erscheinung führt den Namen **Coma.** b. Folgen.

Nehmen wir an, dafs die Vereinigung gerader Kegel in der Ebene EE_1 erfolgt, so können wir die Coma dadurch beseitigen, dafs wir vor der brechenden Fläche eine Blende aufstellen, die nur den schrägen Strahlen den Durchtritt gestattet, die sich ebenfalls in dieser Ebene schneiden, wie es in Fig. 32 durch die Lage der Blende BB_1 angedeutet ist. Zu gleicher Zeit ist dadurch auch das Bild geebnet, während bei einer anderen Stellung der Blende, z. B. in $B^*B^*_1$, andere schiefe Strahlen (Pe, Pf) wirksam würden und das Bild dann auf einer krummen Fläche (F_4M) läge, die in diesem Falle gegen die Linse zu konkav ist, bei anderen Strahlen konvex sein würde und jedesmal eine ganz andere Krümmung besäfse. c. Beseitigung.

Ein anderes Mittel, die Coma zu beseitigen, besteht in der Kompensation mittels zweier gleicher Linsen in entgegengesetzter Lage, wie wir es bei der Beseitigung der Verzeichnung schon kennen gelernt haben.

Bisher sind nur Strahlen besprochen, die in einer einzigen Ebene verliefen. Nun sind aber die auf eine Linse auffallenden Lichtbüschel körperliche Gebilde, durch die sich unendlich viele Ebenen legen lassen in allen möglichen Richtungen des Raumes, und es bleibt noch zu untersuchen, ob sich diese verschiedenen Strahlenebenen ganz gleich verhalten. Verschiedene Strahlenebenen.

Zum Ausgang für die Betrachtung wählen wir ein cylindrisches axenparalleles Lichtbüschel. Denken wir uns eine plankonvexe Linse so in die Ebene des Papieres eingelassen, dafs bei horizontaler Lage des Buches die plane Fläche genau senkrecht nach oben steht und die Linse durch die Papierebene in zwei gleiche Teile geteilt wird, so wird die Querschnittfigur 33 entstehen. aa_1 sei die optische Axe, die zu ihr parallelen Strahlen in der Papierebene werden in F vereinigt, wenn wir von allen Linsenfehlern absehen. Stellen wir uns vor, dafs die Linse um die optische Axe drehbar eingerichtet wäre, während die übrigen Strahlen fest an der vorderen Fläche ansäfsen, so könnten wir die Linse um 90 Grad drehen. Dann würden die früher in der Papierebene laufenden Axenparallele Strahlen in 2 zu einander senkrechten Ebenen.

Strahlen senkrecht zu ihr stehen. Könnten wir nun auch die Papierebene um die festliegende optische Axe um 90 Grad drehen, so würde sie wieder genau mit den parallelen Strahlen zusammenfallen. Die entstehende Querschnittzeichnung erhalten wir, wenn wir das Buch senkrecht auf den Tisch stellen und die Fig. 33 so auffassen, daſs die Linse mit einer Hälfte nach *vorn*, mit der anderen nach *hinten* hervorragt, im übrigen aber ebenso steht, wie bei horizontaler Lage des Buches. Daraus können wir den Schluſs ziehen, daſs für *axenparallele Strahlen in den beiden zu einander senkrechten* Ebenen ganz gleiche Verhältnisse vorliegen, und *die Brechung ganz die gleiche ist.*

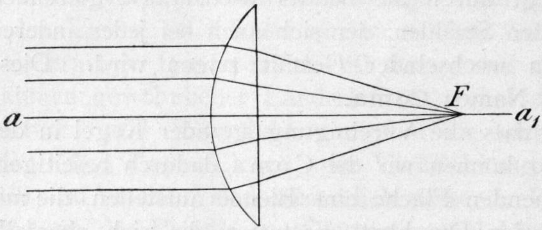


Fig. 33.

Modell. Es ist dringend zu empfehlen, das, was wir eben in der Vorstellung gemacht haben, einmal in Wirklichkeit auszuführen, weil auf diese Weise das Verständnis der räumlichen Büschel ungemein erleichtert wird. Zu dem Ende schneide man sich aus einer Kartoffel oder einem Apfel ein Stück von der Form einer plankonvexen Linse ab, stecke durch die Mitte eine Stricknadel oder dergl. und bezeichne sich die parallelen Strahlen durch Stecknadeln, die in der Richtung eines Radius senkrecht zur Planfläche in die Linse eingesteckt werden. Dann schneide man aus einem Blatt Karton, welches die Horizontalebene darstellen soll, ein dem Querschnitt der Linse entsprechendes Stück heraus, lasse sie darin ein und führe nun den geschilderten Versuch aus. Auf diese Weise erhält man eine bessere Anschauung als durch *perspektivische* Zeichnungen. Eine solche würde die Fig. 34 sein. Die Ebene *ABC* stellt die horizontale dar, in der die Linse senkrecht so steckt, daſs

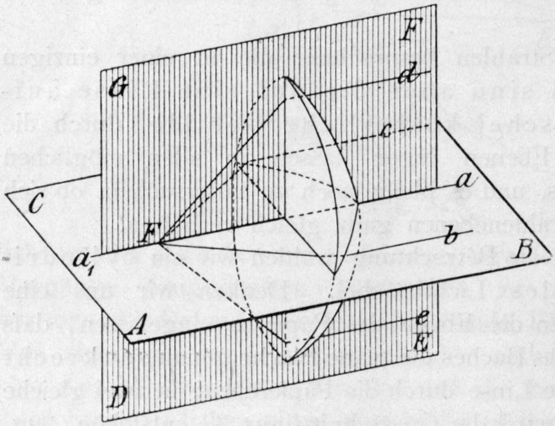


Fig. 34.

sie halbiert wird. aa_1 ist die optische Axe, b und c zu ihr parallele Strahlen in der Ebene. Senkrecht dazu steht die Ebene $DEFG$. d und e sind in dieser Ebene verlaufende, zu aa_1 parallele Strahlen. Die optische Axe gehört also beiden Ebenen an, die beide die Linse in genau gleiche Teile zerschneiden. Der Vereinigungspunkt der horizontalen Strahlenebene befindet sich in F, die der vertikalen ebenfalls, da beide Ebenen unter ganz gleichen Verhältnissen die Linse durchsetzen.

Schiefe Strahlen in 2 zu einander senkrechten Ebenen.

Astigmatismus.

Betrachten wir nun einen schiefen Strahlencylinder in der gleichen Weise. Wieder soll die Linse durch die Papierebene halbiert werden, sodafs für die horizontale Lage des Buches die Durchschnittsfigur 35 entsteht. Nun denken wir uns die Linse mit den daran befestigten Strahlen um 90 Grad um die festliegende optische Axe aa_1 gedreht. Wenn die schiefen Strahlen auf diese Weise in die durch die optische Axe gelegt gedachte senkrechte Ebene gebracht sind, so sind sie zwar noch unter sich parallel, aber nicht mehr zu der Richtung der Horizontalebene. Man kann also die beiden Hauptebenen nicht mehr vertauschen, wie vorhin bei den axenparallelen Strahlen. Zum genauen Verständnis dieser Verhältnisse ist die Benutzung unseres eben beschriebenen Modelles fast unerläfslich. Man stecke die Nadeln schräg zur Axe in der Richtung eines Radius unter sich parallel ein und überzeuge sich durch die Drehung der Linse, dafs sie in der senkrechten Ebene nicht mehr parallel zu den ursprünglichen, die man sich zum Vergleich nochmals im Horizonte einstecken möge, verlaufen, sondern mit ihnen konvergieren. Steckt man die Nadeln wieder zu den Horizontalen parallel, so bildet die durch sie gelegte zum Horizonte senkrechte Ebene mit der in der optischen Axe senkrechten einen Winkel, der gleich ist dem Neigungswinkel der Strahlen zur optischen Axe. Dreht man nun die durch den Karton dargestellte Horizontalebene um 90 Grad, so fällt sie nicht mehr mit den Strahlen zusammen. Auf diese einfache Weise verschafft sich der Leser eine gute Anschauung der andernfalls schwerverständlichen Verhältnisse. Ohne nun genauer auf die Einzelheiten bei der Brechung eingehen zu wollen, sei nur gesagt, dafs die zu einander senkrechten Ebenen andern Bedingungen bei ihrem Auffallen auf die Linse unterliegen,

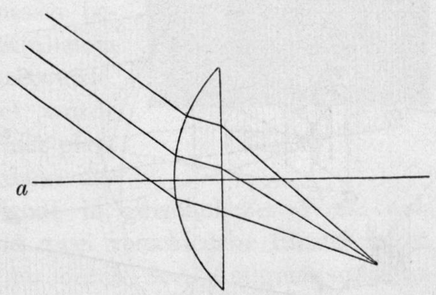


Fig. 35.

sie nicht mehr in symmetrische Hälften zerlegen und demgemäſs auch *verschieden gebrochen werden.*

Es liegt in dem Verhalten der Vertikalebene bei den vorhin besprochenen axenparallelen Büscheln zu der entsprechenden aus schiefen Strahlen bestehenden ein ähnlicher Unterschied vor, wie bei der Brechung eines einfachen geraden Strahles und eines schiefen in einer Ebene (vgl. S. 48). Man bezeichnet alle Strahlenebenen, in welchen gleichzeitig die optische Axe liegt als *ebene*, solche, die mit ihr einen Winkel bilden, als *windschiefe*. Bei axenparallelen Zylindern giebt es nur ebene Strahlen, bei schiefen hingegen nur eine Ebene mit ebenen Strahlen, die horizontale, alle anderen bestehen aus windschiefen. Stellen wir uns die Verhältnisse wieder in einer perspektivisch-schematischen Zeichnung dar, so erhalten wir Fig. 36. *ABC* ist die horizontale, die optische Axe aa_1 enthaltende Ebene mit den schiefen Strahlen *b d*. Dazu senkrecht steht *HIKL* mit den Strahlen *e b f*. Die in der optischen Axe zu der angenommenen horizontalen senkrechte Ebene entspricht der punktierten *DFG*. Nun läſst sich ganz allgemein sagen, daſs die windschiefen Strahlen anders gebrochen werden als die ebenen. Daher müssen die Strahlen *b d* der Horizontalebene einen anderen Vereinigungspunkt haben, als die Strahlen *e b f*. Das leuchtet schon ein, wenn man die ganz verschiedene Weise betrachtet, wie diese beiden Ebenen die Linse zerschneiden. Näher darauf einzugehen, dürfte für das Verständnis überflüssig sein.

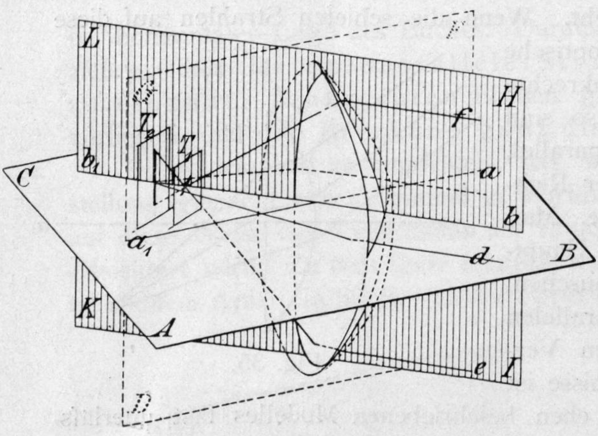


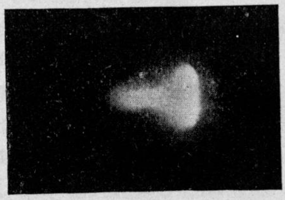
Fig. 36.

Wir wollen annehmen, daſs die ebenen Strahlen sich auf der mit T_2 bezeichneten Bildfläche vereinigten, die windschiefen auf T_1. Denken wir uns die Strahlen von der Sonne herkommend, so wird auf T_2 durch die ebenen Strahlen ein Sonnenbild erzeugt. Die bereits wieder divergierenden windschiefen lassen es aber zu einer vertikalen Linie ausgezogen erscheinen. Stellen wir die Tafel in den Schnittpunkt der windschiefen Strahlen, so ist das Sonnenbild

horizontal ausgezogen durch die noch nicht vereinigten ebenen. In der Mittellage zwischen diesen beiden Stellungen erscheint es als Kreuz. Es ist also in keiner Lage der Bildfläche möglich, ein richtiges Bild unserer nahezu punktförmigen Lichtquelle, der Sonne, zu erhalten. Wegen der Unfähigkeit der schiefen Strahlen, einen Punkt richtig abzubilden, hat man die durch sie bedingte Abweichung den **Astigmatismus** genannt.

Natürlich kombiniert sich der Astigmatismus mit allen den schon erörterten Linsenfehlern, der Coma, der Farbenabweichung u. s. w., wenn nur einfache Linsen verwandt werden. Dafs die verschiedenen Abweichungen nicht nur theoretische Spitzfindigkeiten gelehrter Optiker sind, mögen Fig. 37 und 38 beweisen. Beide Aufnahmen stellen eine kreisrunde, ca. 3 mm im Durchmesser betragende Blende dar, die mit parallelem Lichte von hinten her durchleuchtet wurde. Das so gewonnene Lichtbüschel wurde schräg auf die konvexe Fläche einer plankonvexen Linse geworfen und dann das durch sie erzeugte Bild der Blende in gewöhnlicher Weise aufgenommen. In den Figuren sind zwei verschiedene Einstellungen wiedergegeben: Fig. 37 zeigt die durch den Astigmatismus zu einer Linie ausgezogene Blende, umgeben von einem grofsen, vorwiegend nach einer Seite sich erstreckenden Hofe, die Folge der Coma. Die Randteile dieses Hofes zeigten auf der Mattscheibe die verschiedensten Farben, die durch die Photographie leider nicht wiedergegeben werden können. Fig. 38 ist eine zwischen den beiden astigmatischen Vereinigungspunkten liegende Einstellung, eine kreuzartige Figur mit Coma an einem der Kreuzarme. Mit derartigen Linsen ist also photographisch nichts zu erreichen.


Fig. 37.


Fig. 38.

Die **Beseitigung** der Anomalieen schiefer Büschel, des Astigmatismus u. s. w. ist vornehmlich eine Errungenschaft der Neuzeit, und es hat langer und mühsamer Arbeit genug gekostet, bis das Ziel in für die Praxis genügender Weise erreicht wurde. Vor allem war es der Astigmatismus, welcher dem Optiker Schwierigkeiten bereitete. Die gewöhnlichen Aplanate, bei denen Farbenabweichung, sphärische Aberration, Verzeichnung und Coma

beseitigt wurden, sind noch ziemlich stark mit Astigmatismus behaftet. Das führt dazu, daſs am Rande des Bildes die Linien in einer oder der anderen Richtung unscharf erscheinen. In Fig. 39 ist eine mit dem unten erwähnten Gœrz'schen Prüfungsapparat gemachte Aufnahme wiedergegeben, die mit einem guten Aplanaten gemacht wurde. *a* ist das Objekt, ein rechtwinkliges Liniensystem, aufgenommen in der optischen Axe. *b* ist dasselbe Liniennetz unter einem Winkel von 30 Grad gegen die optische Axe aufgenommen, bei Einstellung auf die horizontalen Linien, *c* bei Einstellung auf die vertikalen. Jedesmal ist die andere Liniengattung unscharf, und bei der Einstellung auf die Mittellage *(d)* sind alle Linien verwaschen.

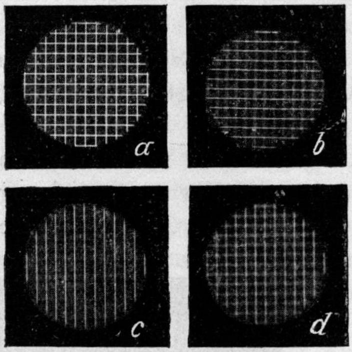


Fig. 39.

Objektive ohne Astigmatismus.

Daſs die neueren Objektivkonstruktionen eine vollkommenere Beseitigung des Astigmatismus zeigen, ist nicht zum wenigsten den in Jena von Schott hergestellten neuen Glassorten zu verdanken. Dr. Rudolph hat den üblichen symmetrischen Typus verlassen und asymmetrische Objektive errechnet, mit groſser Vollkommenheit in der Beseitigung der Unregelmäſsigkeiten der schiefen Strahlenbüschel. Diese Objektive werden von der Firma Zeiſs hergestellt unter dem Namen **Anastigmate.** Dr. von Hoegh gelang es auch bei symmetrischen Doppelobjektiven, diese Fehler zu beseitigen und so eins unserer besten Objektive, den von Goerz ausgeführten **Doppelanastigmaten,** zu konstruieren. Mit diesen beiden Typen war die Bahn für die Nachfolger geebnet.

Beugungsaberration.

Auſser den bisher besprochenen Linsenfehlern giebt es noch eine Reihe anderer bei der Konstruktion zu berücksichtigender Faktoren, die nur kurz erwähnt werden sollen. Das sind einmal die **Beugungserscheinungen,** welche an dem Rande der Fassung und Blenden auftreten und bewirken, daſs ein Punkt im Bilde nicht wieder als Punkt abgebildet wird, sondern als ein kleiner Zerstreuungskreis. Überschreitet der Durchmesser eines solchen Kreises 0,1 mm nicht, so ist er für das Auge nicht mehr als Kreis zu erkennen und erscheint als Punkt. Erst wenn er 0,25 mm Durchmesser erreicht, wird die Unschärfe störend.

Spiegelflecken.

Ein sehr wesentliches Erfordernis ist auch die Freiheit eines Linsensystemes von **Spiegelflecken.** Ein Teil des Lichtes wird

bei dem Durchgange durch die Linsen an den brechenden Flächen reflektiert. Am besten macht man sich das an einer Figur klar. Fig. 40 sei eine Bikonvexlinse, auf die ein durch den Strahl *AB* repräsentiertes Lichtbüschel auffällt. Der gröſste Teil des Lichtes wird in der Richtung *BC* gebrochen, ein Teil aber nach den bekannten Gesetzen der Reflexion in der Richtung *BD* gespiegelt und geht für die Bilderzeugung verloren. Die Spiegelung wiederholt sich an der zweiten Fläche, und der dort gespiegelte Strahl *CE* wird seinerseits reflektiert nach *F* und gelangt teilweise in der Richtung *FG* zur Bildfläche. Die vordere Linsenfläche wirkt für das gespiegelte Licht wie ein Hohlspiegel und vermag ein lichtschwaches Nebenbild zu erzeugen. Dieser Vorgang wiederholt sich so oft, als brechende Flächen vorhanden sind. Es ist eine wichtige Aufgabe für den Optiker, diese Nebenbilder so einzurichten, daſs sie möglichst wenig störend wirken, weil sonst die Klarheit der Bilder erheblich geschädigt wird. Je mehr getrennte Linsen ein Objektiv enthält, um so mehr Reflexionen finden statt. Bei einer Linse entsteht 1 Reflexbild, bei zweien deren 6 und bei den neuerdings wieder öfter angewandten Kombinationen mit drei getrennten Linsen 15.

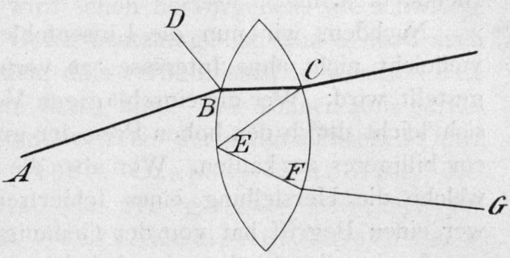


Fig. 40.

Zur Beseitigung etwa vorhandener Reflexbilder kann der Photograph nichts thun, sie ist lediglich Sache des Optikers. Nach Miethe prüft man auf folgende Weise, ob Spiegelflecke vorhanden sind. Auf die Mattscheibe wird ein Stückchen schwarzen Kartons geklebt von 15 : 10 mm Seitenlänge, und zwar ein wenig excentrisch, sodaſs die Mitte einer der kleineren Seiten in die genaue Mitte der Mattscheibe fällt. Dann wird das Objektiv ziemlich stark abgeblendet, und die Sonne möglichst scharf dicht neben dem Kartonstückchen eingestellt. Dazu bedarf man, um das Auge nicht zu blenden, eines dunkel gefärbten oder angeruſsten Glases. Nun wird die Kamera so gedreht, daſs das Sonnenbild auf die Kartonscheibe fällt. Dann sieht man die Durchschnitte der reflektierten Strahlenkegel als leuchtende Kreise, deren Mittelpunkte auf einer geraden Linie liegen, und deren Peripherieen sich teilweise durchschneiden. Der kleinste Kreis liegt der Mitte am nächsten. Nach Miethes Angaben soll er einen mindestens zehnmal gröſseren

Beseitigung der Spiegelflecke,

Prüfung darauf.

Durchmesser haben, als die angewandte Blende. Bei dieser Gröſse kann er noch störend wirken und wird daher zweckmäſsig noch gröſser zu wählen sein. Das ist für alle Aufnahmen nötig, die gegen das Licht gemacht werden, insbesondere für Interieuraufnahmen gegen das Fenster bei langer Exposition und kleiner Blende u. a. m.

Herstellung eines Objektives.

Nachdem wir nun die Linsenfehler abgehandelt haben, ist es vielleicht nicht ohne Interesse, zu verfolgen, wie ein Objektiv hergestellt wird. Wer die einschlägigen Verhältnisse nicht kennt, läſst sich leicht durch den hohen Preis der guten Objektive dazu verleiten, ein billigeres zu kaufen. Wer aber die Unsumme von Arbeit kennt, welche die Herstellung eines fehlerfreien Objektivs erfordert, und wer einen Begriff hat von der Genauigkeit und Gewissenhaftigkeit, mit der in allen Stadien der Arbeit vorgegangen werden muſs, der wird begreifen, daſs ein erstklassiges Objektiv teurer sein muſs, als ein durch Massenfabrikation hergestelltes. Auſserdem gehört aber eine wenigstens oberflächliche Kenntnis der technischen Details zur »allgemeinen« Bildung eines wissenschaftlich arbeitenden Photographen.

Rechnung.

Ehe an die Herstellung der Linsen gegangen werden kann, müssen die Krümmungsradien der einzelnen Bestandteile festgestellt werden. Der wissenschaftlich gebildete Optiker muſs also eine genaue Kenntnis aller der besprochenen Linsenfehler sich erwerben und die Mittel und Wege zu ihrer Beseitigung suchen. Dies geschieht jetzt nicht mehr auf dem Wege des Versuches durch Probieren, sondern durch streng mathematische Behandlung des Gegenstandes. Daſs dabei die elementare Mathematik nicht ausreicht, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung. Derartige Untersuchungen erfordern einen groſsen Aufwand von Zeit und Scharfsinn. Bekannt sind dem Theoretiker auſser den allgemeinen Gesetzen, wenn er an die Konstruktion eines neuen Objektivs herangeht, nur die Forderungen, die an das Objektiv gestellt werden sollen. Es soll eine bestimmte Lichtstärke, ein ebenes Gesichtsfeld von bestimmter Gröſse und eine scharfe und richtige Zeichnung in groſser Ausdehnung über das Bildfeld hin besitzen. Die Mittel und Wege zu diesem Ziele bestehen in der Kombination verschiedener Linsen, in der Wahl passender Glassorten und geeigneter Krümmungsradien der Linsen. Mit diesen Mitteln muſs der Optiker rückwärts schlieſsen und dabei immer die Wirklichkeit im Auge behalten, denn es ist nicht ausgeschlossen, daſs er z. B. auch Glassorten, die nicht lichtdurchlässig oder haltbar genug sind, verwendet, oder solche, die nach Brechungsindex und Farbenzerstreuung in Wirklichkeit gar nicht existieren.

Kommt er zu einem derartigen Resultat, mufs er sich zunächst mit einem Glaswerke in Verbindung setzen und anfragen, ob es eine Schmelze von den verlangten Eigenschaften herstellen kann oder nicht. Ist das nicht der Fall, so mufs er seine ganze Rechnung entsprechend umändern und nach anderen Wegen suchen. Aus diesen kurzen Andeutungen wird schon hervorgehen, wie schwierig das Gebiet der theoretischen Optik heutzutage ist, und es wird auch nicht besonders wunder nehmen, dafs verhältnismäfsig wenige Leute mit Erfolg auf diesem Gebiete thätig sind. Wir können stolz darauf sein, dafs die hervorragendsten Vertreter der mathematischen Optik deutsche Gelehrte sind, so Abbé, Czapski, Rudolph, drei Mitarbeiter der Firma Zeifs, von Hoegh, der Berechner des Doppelanastigmaten bei C. P. Goerz, Kämpffer, Miethe u. a.

Wie schon angedeutet, verdanken die Berechnungen dieser Herren ihre Verwirklichung nicht zum geringen Teile den grofsartigen Fortschritten, welche die Herstellung der Glasflüsse in neuester Zeit genommen hat. Auch hier ist es wieder eine deutsche Firma, Schott & Genossen in Jena, welche, zum Teil mit Unterstützung des Staates, durch unermüdliche Versuche Glassorten in einer Mannigfaltigkeit herstellt, wie man dies früher kaum geahnt hat. Diese Firma liefert fast sämtliches Glas für die modernen Objektive nicht nur in der Photographie, sondern auch in der Astronomie, Mikroskopie u. s. w. Beschaffung des Rohmaterials.

Hat der Optiker nun endlich die Rechnung fertig gestellt, Schott die passenden Gläser geliefert, so kann die eigentliche Arbeit beginnen. Da die einzelnen Glasflüsse immer geringe Unterschiede in ihren optischen Eigenschaften voneinander zeigen, so werden sie von den optischen Werkstätten vor ihrer Verwendung erst nochmals genau auf ihre Konstanten untersucht. Zu dem Ende wird von jeder Glassorte ein kleines Prisma geschliffen von bestimmtem brechenden Winkel, und mittels des Spektrometers das Brechungsvermögen für die verschiedenartigen Lichtstrahlen festgestellt. Gegenwärtig verwendet man in der Regel die drei Wasserstofflinien zur Ausmessung. Stimmen die gefundenen Werte nicht überein mit den vorausgesetzten, so mufs die gesamte Rechnung mit den festgestellten Werten nochmals durchgeführt werden. Das ist beinahe bei jedem neuen Glasflusse nötig. Die optischen Werkstätten unterhalten daher dauernd ein Rechenbüreau. Es werden zur Vereinfachung des Schreibwerkes gedruckte Schemata hergestellt, in welche nur die Zahlenwerte eingesetzt zu werden brauchen. Untersuchung des Glases.

Sind die Radien, die Linsendicken, die Distanzen etc. nun endgültig festgestellt, so beginnt man damit, die zur Kontrolle nötigen Kontrollmafse.

Maſse anzufertigen. Bei der Rohbearbeitung der Linsen dienen zur Kontrolle der Kurven sogenannte Lehren. Sie bestehen aus Messingscheiben, welche den Radien entsprechend einen genauen kreisförmigen Ausschnitt, erhaben oder vertieft, je nachdem sie für konkave oder konvexe Linsen gebraucht werden sollen, besitzen. Für die endgültige Kontrolle beim Polieren der Linsen dienen die sogenannten Probegläser. Sie werden aus Spiegelglas zunächst mit Hilfe von Lehren hergestellt und dann unter genauer Kontrolle ihres Krümmungsradius mit Hilfe eines Sphärometers genau so fertig geschliffen, wie es unten bei den Linsen beschrieben ist. Da die Linsen in der Regel zwei verschiedene Kurven haben, so sind für jede Linse zwei Probegläser erforderlich und eine noch viel gröſsere Anzahl von Lehren, da mit der zunehmenden Feinheit des Schleifmaterials auch die Form der Lehren eine geringe Modifikation erleidet.

Rohglas. Um nun den zeitraubenden Vorarbeiten, der Berechnung und Herstellung der Maſse, nicht allzu oft ausgesetzt sein zu müssen, kaufen die gröſseren Firmen immer die gesamte Schmelze eines Glasflusses. Sie kommt in Form von quadratischen Tafeln von 1—2 Quadratdecimeter Gröſse und 3—4 cm Dicke zum Versand. Der Preis dieses Rohglases beträgt pro Kilo 10—100 und mehr Mark. Die einzelnen Scheiben werden an zwei Schmalseiten angeschliffen und von der Glasfabrik untersucht, ob sie sogenannte Schlieren, d. h. Unregelmäſsigkeiten in der Homogenität des Flusses besitzen.

Bei der nun folgenden Beschreibung liegen die Verhältnisse bei der Herstellung des Doppelanastigmaten zu Grunde, deren Studium dem Verfasser durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Goerz und seiner Beamten ermöglicht wurde. Auch die beigegebenen Illustrationen entstammen der Gœrz'schen Fabrik.

Schneiden des Rohglases. Die Rohblöcke werden zunächst entsprechend der gewünschten Linsengröſse und Dicke in Scheiben zerschnitten. Das geschieht durch eine rotierende Zinkscheibe, deren Rand mit Diamantstaub besetzt ist. Zur Kühlung läuft die ganz nach Art der Kreissäge wirkende Scheibe in Petroleum. Der Glasblock wird auf einer Seite bis etwa zur Hälfte angeschnitten und dann durch einen geschickten Hammerschlag der Streifen völlig abgesprengt.

Vorrichten. Die einzelnen Streifen werden durch Anfeilen und Abschlagen mit dem Hammer in quadratische Stücke zerlegt, die Linsengröſse darauf vorgezeichnet und dann mit Zangen die Ecken abgebröckelt.

Schruppen der Linsen. Nunmehr beginnt das »Schruppen«. Zuerst erhält das Glasstück seine genaue Dicke. Auf rotierenden Guſsstahlscheiben wird

mit Hilfe von nassem Sand das überschüssige Glas abgeschliffen. Auf ähnlichen, entsprechend ausgehöhlten Scheiben wird der Rand einigermaßsen geglättet. Zur Kontrolle der Dicken dienen besonders konstruierte Dickenmesser. Nunmehr wandert die Linse zum Nachbar, welcher ihr ganz im Groben ihre annähernde Gestalt zu geben hat. Das geschieht zunächst ebenfalls durch Schruppen mit Sand. Für die Konkavlinsen werden kreisrunde Köpfe, für die Konvexlinsen entsprechend vertiefte Schalen verwendet. Der



Fig. 41.

Betrieb der »Schruppbänke« erfolgt durch Maschinenkraft. Das »Schruppen« selber ist eine ziemlich anstrengende Arbeit, weil es, abgesehen von dem betäubenden Geräusch, einen ziemlich energischen Druck mit den Armen erfordert. Die Kontrolle der Radien geschieht durch die erwähnten Lehren, die der centralen Linsendicke durch Dickenmesser. In der nebenstehenden Fig. 41 ist die Goerzsche Schrupperei abgebildet. In der zweiten Reihe stehen die Schneidemaschinen.

Nunmehr gelangt die Linse zu ihrer feineren Bearbeitung in die optische Werkstätte. (Fig. 42.) Hier wird zunächst durch Schmirgeln.

Schmirgel, ganz ähnlich wie in der »Schrupperei«, nur genauer, die Höhlung bezw. die Konvexität ausgeschliffen. Es gelangen immer feinere Schmirgelsorten zur Verwendung, sodaſs am Ende dieser Prozedur die Linse nahezu ihre vollendete Gestalt hat. Um die Linse bequem halten zu können, wird sie mit einer besonderen Sorte Siegellack an einem Handgriff angekittet. Die Kontrolle der richtigen Linsenform geschieht wiederum durch Lehren. In der Regel pflegt ein bestimmter Optiker immer ein

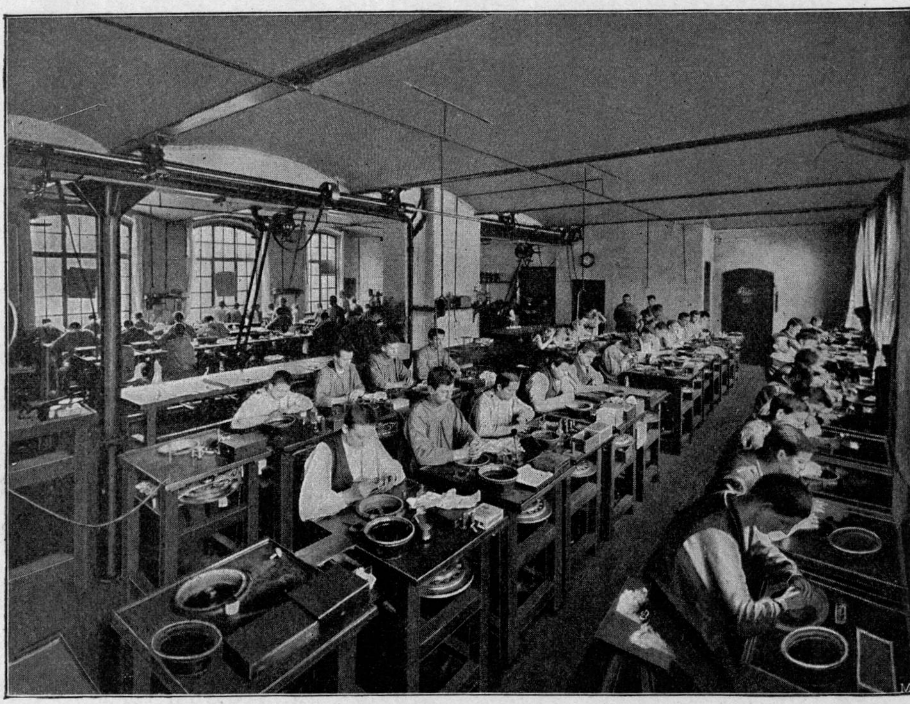


Fig. 42.

und dieselbe Linse zu bearbeiten. Nur dadurch wird es möglich, daſs sich jeder die Übung und Erfahrung erwirbt, welche die exakte Herstellung erfordert. Überhaupt ist die Arbeiterfrage in der Präzisionsoptik eine der schwierigsten, und die Firmen sind in der Regel genötigt, für ihre Präzisionsarbeiten sich einen eigenen Arbeiterstamm anzulernen.

Polieren. Hat die Linse nun endlich ihre genaue Form, so ist sie noch immer vollständig mattiert. Die nächste Aufgabe besteht darin, ihre Fläche zu polieren. Dies geschieht ebenfalls auf rotierenden, entsprechend geformten Köpfen, ganz ähnlich, wie auch beim

Schruppen und Schmirgeln. Die Polierköpfe aber werden noch mit einer besonderen, etwas nachgiebigen Masse überzogen. Das Polieren geschieht mit sogenanntem Pariser Rot. Der Betrieb der Schmirgel- und Polier-Bänke erfolgt mit den Füſsen des Arbeiters. Es sind zwar auch eine Reihe automatischer Schleif- und Polier-Maschinen in Betrieb, welche aber in der Regel nur für geringere Objektive verwendet werden, bei denen es nicht so sehr auf die allergröſste erreichbare Genauigkeit ankommt. Die Kontrolle der richtigen Linsenform beim Polieren geschieht durch die erwähnten Probegläser. Beim Aufdrücken der Linse auf das Probeglas entstehen die bekannten Newton'schen Interferenzringe, welche, wenn Linse und Glas übereinstimmen, ein konzentrisches System bilden. Aus der Art der Kreisabweichung kann der Polierer beurteilen, an welchen Teilen die Linse noch einer Nacharbeit bedarf. Dabei kommt alles auf das Geschick und das feine Gefühl des Arbeiters an, das durch keine noch so kunstvolle Maschine ersetzt werden kann. Gleichzeitig kontrolliert der Polierer mit Hilfe einer Lupe, ob etwa besondere Fehler im Glase vorhanden sind. Kleine Luftbläschen schaden in der Regel nicht, und manche Glassorten lassen sich auch kaum ohne solche Bläschen herstellen; wohl aber sind die erwähnten Schlieren geeignet, die Linse unbrauchbar zu machen, und nicht gerade selten stellt sich am Ende der Arbeit heraus, daſs die Linse verworfen werden muſs. Überhaupt ist der »Ausschuſs« schon von der ersten Manipulation ab vorhanden, da bereits manche Teile des Glasblockes infolge unregelmäſsiger Ränder oder von Vertiefungen nicht brauchbar erscheinen. Je eher die Fehlerhaftigkeit eines Linsenstückes erkannt wird, um so vorteilhafter für den Optiker, weil weniger Arbeit verschwendet wird. Der Doppelanastigmat besteht nun aus zwei identischen Linsenkombinationen mit je drei Linsen. Es sind also im ganzen für einen Doppelanastigmaten 6 Linsen mit 12 Flächen herzustellen. Jede Linse bis zur mittleren Gröſse erfordert etwa zwei Tage Arbeitszeit.

Centrieren.

Ist die Linse fertig poliert, so wird sie an den Werkführer abgeliefert, der sie nochmals einer genauen Prüfung mittelst Probeglas und Lupe unterzieht, und gelangt dann mit den zugehörigen anderen des Systems in den Centrierraum. Hier wird die Linse auf eine exakt laufende Drehbank so aufgekittet, daſs die optische Achse mit der Drehungsachse der Bank völlig übereinstimmt. Das geschieht mit Hilfe eines empfindlichen Fühlhebels und durch Beobachtung des optischen Reflexbildes. Wenn die Linse nicht centrisch sitzt und »schlägt«, so bleibt das Reflexbild, das mit

einer Lupe beobachtet wird, nicht stehen, sondern bewegt sich ebenfalls. Dann wird die Linse kreisrund an ihren Rändern geschliffen und facettiert.

Kitten. Endlich gelangen die Linsen in den Kittraum, wo die einzelnen Bestandteile eines Systems mit Hilfe von Kanadabalsam genau centrisch zusammengekittet werden.

Prüfung. Sind die beiden Systeme eines Doppelanastigmaten vollendet, so werden sie am Prüfungsapparat untersucht. Dieser Prüfungsapparat besteht aus einer optischen Bank mit einem Träger für die Objektive, welcher gestattet, das Objektiv um seine optische Achse zu drehen. Als Testobjekt dient ein Liniensystem, welches durch eine Glühlampe erleuchtet wird und an einer langen eisernen Schiene beweglich angebracht ist, um unter verschiedenen Winkeln zur optischen Achse eingestellt werden zu können. Von diesem Liniennetz, welches oben in Fig. 39 abgebildet ist, entwirft das Objektiv ein Bild auf einer Mattscheibe, wo es mit Hülfe einer stark vergröſsernden Lupe unter den verschiedensten Einfallswinkeln betrachtet werden kann. Bei dieser Prüfung werden die einzelnen Systeme in eine entsprechende Fassung eingesetzt und auf Centrier-, Kitt- und andere Fehler untersucht.

Fassen der Linsen. Sodann wird ebenfalls am Prüfungsapparat der genaue Abstand der beiden Systeme eines Objektivs voneinander festgestellt. Er ist zwar durch die Rechnung theoretisch festgelegt, aber minimale Abweichungen in der Dicke der Kittschichten oder der Linsendicken erfordern eine geringfügige Korrektion durch das Experiment. Diese Messungen werden bis auf 1/20 mm genau ausgeführt. Manches System muſs 2, 3, auch 4mal zurückgeschickt werden, ehe es den gestellten Anforderungen genügt.

Nunmehr kommen die Linsen in die mechanische Werkstätte, wo sie gefaſst werden, und nach der Fassung wird abermals kontrolliert, ob der Linsenabstand auch wirklich eingehalten ist, und die Linsen sonst keinen Schaden genommen haben.

Solche Fehler können namentlich dadurch entstehen, daſs die Linse so fest in der Fassung sitzt, daſs Spannungen im Glase auftreten. Diese Spannungen wirken ähnlich wie Schlieren und erzeugen unregelmäſsige Brechungen.

Schlieſslich wird die Fassung graviert und poliert, mit Firma und Nummer versehen, und das Objektiv kann nunmehr als fertig betrachtet werden.

Es ist bei der Geringfügigkeit des zu Gebote stehenden Raumes nicht möglich, auf die Einzelheiten weiter einzugehen und die zahllosen Schwierigkeiten aufzuzählen, welche bei den einzelnen Mani-

pulationen entstehen. So viel wird aber klar sein, daſs ein derartig kompliziert und sorgfältig hergestelltes Objektiv schon dem Verfertiger selber an Material und Arbeitslohn mehr kostet, als beispielshalber entsprechende Nummern der billigen Rathenower und Pariser Objektive fix und fertig im Handel bewertet werden.

Bei der Herstellung der gewöhnlichen Aplanate ist eine so groſse Genauigkeit, wie sie die Doppelanastigmate, die Anastigmate, Kollineare etc. erfordern, nicht nötig. Material und Arbeitslöhne sind billiger, aber immerhin bleibt bei einigermaſsen sorgfältiger Arbeit noch so viel zu thun, daſs erstklassige Aplanate ebenfalls einen ziemlich hohen Preis haben. Die Aplanate stehen, auch selbst bei exaktester Ausführung, hinter den anastigmatischen Objektiven zurück, weil bei ihnen die Behebung der Linsenfehler nicht in demselben Maſse möglich ist, wie bei den letztgenannten. Auch schon durch diesen Umstand muſs ihr Preis naturgemäſs ein geringerer sein.

Lichtstärke.

Ehe wir zur Beschreibung der wichtigsten Objektivkonstruktionen übergehen, müssen erst noch einige allgemeine für die Auswahl der Linsen wichtige Gesichtspunkte besprochen werden. Wir betrachten zuerst die **Lichtstärke.** Sie ist abhängig von der Öffnung und der Brennweite des Systems. Man unterscheidet zwischen relativer und wirksamer Öffnung. Die **relative Öffnung** ist gegeben durch das Verhältnis des Linsen-, bezw. Blendendurchmessers zur Brennweite, $O = \frac{D}{f}$. Steht im Brennpunkte F (Fig. 43) eine punktförmige Lichtquelle, so fällt auf die Linse LL_1 ein Lichtkegel, dessen Winkel an der Spitze durch die Grenzstrahlen LFL_1 gegeben ist. Wird eine Blende vor dem Objektiv angebracht, z. B. in BB_1, so wird ein Teil des Lichtkegels aufgefangen und für die Bilderzeugung unwirksam. Bleibt die Öffnung der Linse die gleiche, während ihre Brennweite eine kürzere (F^*) wird, so vergröſsert sich der Winkel des Lichtkegels LF^*L_1, es werden mehr Strahlen wirksam. Gesetzt, wir hätten ein Objektiv mit einem

Relative Öffnung.

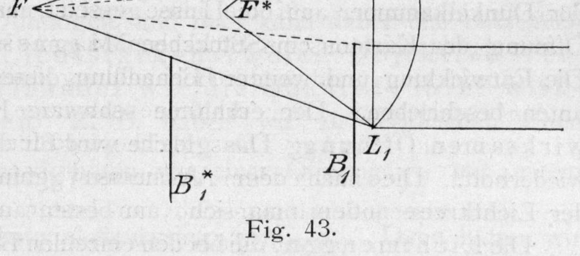


Fig. 43.

Linsendurchmesser von 40 mm und einer Brennweite von 200 mm, dann wäre die relative Öffnung 40 : 200 oder 1 : 5. Setzen wir nun eine Blende ein mit einem Durchmesser von 10 mm, so ergiebt sich eine relative Öffnung von 10 : 200 oder von 1 : 20. Würde der Linsendurchmesser von 40 mm derselbe bleiben, die Brennweite aber 400 mm betragen, so ergiebt sich ein Verhältnis von 40 : 400 oder 1 : 10.

Wirksame Öffnung. Bei der Berechnung der relativen Öffnung ist keine Rücksicht genommen auf die Stellung der Blende, und doch ist sie nicht ohne Einfluſs. Stände in Fig. 43 die Blende nicht in BB_1, sondern in $B^*B^*_1$, so würde sie von dem auffallenden Lichtkegel nichts mehr abschneiden. Daher muſs die Blendenstellung bei Ermittelung der **wirksamen Öffnung** in Betracht gezogen werden. Auf die dadurch bedingte Umgestaltung der für die relative Öffnung gegebenen Formel soll hier nicht weiter eingegangen werden. Wichtig

Bestimmung der wirks. Öffnung. ist aber die **Methode zur Bestimmung der wirksamen Öffnung**. Das zu untersuchende Objektiv wird an die Kamera angeschraubt und bei voller Öffnung irgend ein sehr weit entfernter Gegenstand scharf eingestellt, so daſs die Mattscheibe in den Brennpunkt zu stehen kommt. Dann wird sie ersetzt durch ein entsprechend groſses Blatt Karton, in dessen Mitte ein 3—4 mm groſses, rundes Loch eingeschnitten ist, und dies mit einer dicht davor gestellten Kerze erleuchtet. Nach den uns bekannten Linsenregeln tritt das aus dem Brennpunkte der Linse kommende Licht parallel aus als ein Strahlencylinder von kreisrundem Querschnitt, welcher der wirksamen Öffnung gleich ist. Den Durchmesser kann man auf einer an das Objektiv angelegten Mattscheibe direkt messen. Sicherer ist es, den Lichtkreis zu photographieren und erst auf der Photographie zu messen. Zu dem Ende wird ein Stückchen Bromsilberpapier bei rotem Licht in der Dunkelkammer so ausgeschnitten, daſs es in den Objektivdeckel hineinpaſst. Der so vorbereitete Deckel wird, natürlich ebenfalls in der Dunkelkammer, auf die Linse gesetzt, und nun dicht vor der Öffnung des Kartons ein Stückchen Magnesiumband verbrannt. Die Entwicklung und weitere Behandlung dieses Papieres ist weiter unten beschrieben. Der erhaltene schwarze Kreis entspricht der wirksamen Öffnung. Das gleiche wird für die einzelnen Blenden wiederholt. Die nach dem Ausmessen gefundenen Durchmesser der Lichtkreise notiert man sich, am besten auf der Blende selbst.

Lichtstärke. Die Lichtmengen, die bei den einzelnen Blenden durch das Objektiv hindurchtreten, werden sich zu einander verhalten wie die Flächen der erhaltenen Kreise oder wie die Quadrate ihrer Durchmesser. Wären D, D_1, D_2, D_3 die gefundenen Durchmesser, so würden sich die Lichtmengen zu einander verhalten wie $D : D_1^2 : D_2^2 : D_3^2$.

Für die Lichtstärken von Linsen gleicher Brennweite und verschiedener wirksamer Öffnung gilt also ganz allgemein die Formel

$$\frac{L}{L_1} = \frac{D^2}{D_1^{\,2}}.$$

Den Einfluſs der Brennweite auf die Helligkeit des Bildes macht man sich am besten klar aus dem Verhältnis letzterer zur Gröſse der entstehenden Bilder. Ist die Brennweite einer Linse gerade doppelt so groſs wie die einer zweiten von gleicher Öffnung, so wird auch das Bild noch einmal so groſs; die gleiche Lichtmenge wird sich also auf eine viermal gröſsere Fläche ausbreiten müssen. Die Helligkeiten verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der Brennweiten. Bezeichnen wir die Brennweiten zweier Objektive mit f und f_1, die Lichtstärken mit L und L_1, so besteht das Verhältnis:

$$\frac{L}{L_1} = \frac{f_1^{\,2}}{f^2}.$$

Haben wir zwei Linsen mit gleicher Öffnung, deren eine die Brennweite 20 cm, die andere 30 cm hat, so verhalten sich ihre Lichtstärken

$$L : L_1 = 30^2 : 20^2 \text{ oder wie } 9 : 4.$$

Die beiden bisher gefundenen Beziehungen lassen sich in eine Relation zusammenziehen. Es besteht dann die Gleichung:

$$\frac{L}{L_1} = \frac{D^2}{D_1^{\,2}} \cdot \frac{f_1^{\,2}}{f^2}.$$

Formt man diese Gleichung um, so erhält man

$$\frac{L}{L_1} = \frac{\left(\frac{D}{f}\right)^2}{\left(\frac{D_1}{f_1}\right)^2}.$$

Die Ausdrücke $\frac{D}{f}$ und $\frac{D_1}{f_1}$ sind die uns bekannten Formeln für die wirksamen Öffnungen, und man kann daher den Satz auch aussprechen: Die Lichtstärken zweier Objektive verhalten sich zu einander wie die Quadrate ihrer wirksamen Öffnungen. Z. B. haben wir zu vergleichen einen Gœrzschen Doppelanastigmaten von einer Öffnung $\frac{1}{7{,}7}$ mit einem Voigtländerschen Weitwinkeleuryskop von $\frac{1}{12{,}5}$. Dann hätten wir

$$\frac{L}{L_1} = \frac{\left(\frac{1}{7{,}7}\right)^2}{\left(\frac{1}{12{,}5}\right)^2} = \frac{\frac{1}{59{,}29}}{\frac{1}{156{,}25}} = \frac{156{,}25}{59{,}29} = \frac{2{,}6}{1}.$$

Die Kenntnis der Lichtstärke verschiedener Objektive, bezw. eines Objektivs bei Anwendung verschiedener Blenden ist von groſser Wichtigkeit bei der Bemessung der Expositonszeiten, wie im nächsten Kapitel näher dargelegt wird.

Helligkeit der Ränder.

Übrigens ist die Lichtstärke nicht über das ganze Bild hin eine gleichmäſsige, sondern nimmt nach dem Rande zu allmählich ab. Eine Anschauung von dieser unvermeidlichen Helligkeitsabnahme kann man sich aus Fig. 44 verschaffen, wo wir von den Linsen ganz absehen und nur den Einfluſs der Blende betrachten wollen. BB_1 sei die Öffnung irgend eines Linsensystems, durch das ein Gegenstand abgebildet wird. Von dem in der Richtung der Axe bei *a* gelegenen Punkte gelangt ein Strahlenbüschel durch die Blende, dessen Winkel BaB_1 ist. Liegt der Gegenstand aber seitlich, so wird, wie aus der Figur ersichtlich ist, der wirksame Kegel kleiner. Dazu kommt noch, daſs das Bild nicht mehr, wie bei der Lage des Gegenstandes auf der Axe, durch nahezu senkrecht auf die Platte auftreffende Strahlen erzeugt wird, sondern durch schräg auffallende. Wäre das Objekt eine kleine runde Öffnung, so wird das seitliche Bild A_1 nicht nur durch weniger Strahlen erzeugt als das Axenbild A, sondern auch infolge der schrägen Projektion auf die ebene Fläche der Platte zu einer Ellipse von gröſserem Flächeninhalt, als der Kreis bei gerader Projektion haben würde, auseinander gezogen. Diese Abnahme ist streng gesetzmäſsig und läſst sich leicht berechnen. Bezeichnen wir den Winkel, den ein Strahl mit der optischen Axe bildet, mit u, so ergiebt sich für die Helligkeiten (J) der Bilder nach Eder:

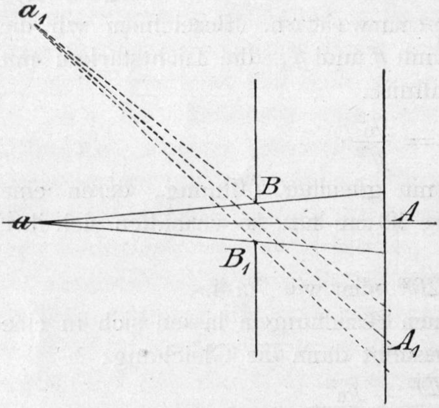


Fig. 44.

Winkel u	Helligkeit
0 Grad	1,0000
10 -	0,9406
20 -	0,7798
30 -	0,5625
40 -	0,3444
50 -	0,1707

Vignettieren durch die Fassung.

Bei gröſseren Winkelgraden kommt noch hinzu, daſs auch die *Fassung einen Teil der seitlichen Strahlen abhält* und dadurch eine stärkere Helligkeitsabnahme bedingt. Man nennt diese Erscheinung **Vignettieren** durch die Fassung. Sie ist nicht mehr sicher zu berechnen und abhängig von der Konstruktion des Systems, von der Gröſse und der Entfernung der Linsen und der Blendenöffnung.

Miethes Kompensator.

Besonders störend wirken diese Faktoren der Helligkeitsabnahme bei Aufnahmen mit sogenannten **Weitwinkellinsen,** und man wird daher gut thun, sie so weit als möglich zu vermeiden. Eine befriedigende Beseitigung ermöglicht der von *Miethe* angegebene *Kompensator.* Er besteht aus einer Kombination einer dünnen Plankonkavlinse aus *farblosem* Glase mit einer Plankonvexlinse aus mehr oder weniger stark gefärbtem *Rauchglase,* wie Fig. 45 zeigt. Bei richtiger Wahl der Glassorten wirkt diese Kombination optisch wie eine dünne planparallele Glasplatte, die in ihrer Mitte weniger Licht hindurch läſst als am Rande. Natürlich muſs dieser Kompensator zu jedem Objektiv besonders berechnet werden.

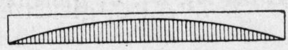


Fig. 45.

Tiefenabweichung.

Zu den vielen schon besprochenen Vorteilen der *Blenden* kommt noch einer hinzu, die Verminderung der **Tiefenabweichung.** Würden die oben angeführten Linsenregeln auch für die Praxis der Photographie in aller Strenge gelten, so wäre es unmöglich, zwei verschieden weit vom Objektiv entfernte Gegenstände gleichzeitig scharf abzubilden. Nun haben wir schon gelegentlich der Besprechung der Beugungserscheinungen erfahren, daſs auch das beste Objektiv nicht im stande ist, einen Punkt wieder als Punkt abzubilden, sondern nur als Zerstreuungskreis, und daſs ein solcher dem unbewaffneten Auge, aus normaler Sehweite von 25 cm betrachtet, dennoch als Punkt erscheint, wenn er $^1/_{10}$ mm im Durchmesser nicht überschreitet. *Die Schärfe einer Photographie ist also keine*

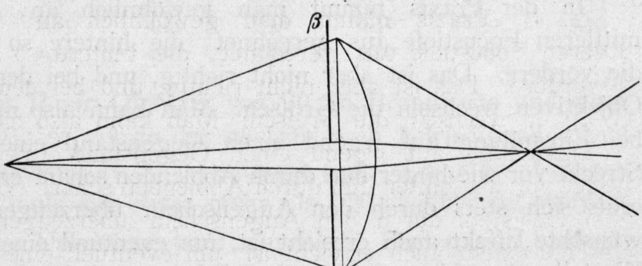


Fig. 46.

Relative Schärfe.

absolute, *sondern eine relative*, und auf der Zulässigkeit geringfügiger Unschärfe beruht die praktische Beseitigung der Tiefenabweichung. Während breite Lichtkegel sowohl vor, wie hinter ihrer genauen Vereinigungsweite alsbald merkbare Zerstreuungskreise liefern, vergl. Fig. 46, so ist es bei spitzen Kegeln praktisch schwer anzugeben, wo sie sich eigentlich vereinigen, weil die Strahlen ein mehr oder weniger groſses Stück so nahe aneinander laufen, daſs die Diffusionskreise innerhalb weiterer Grenzen den für ausreichende Schärfe zulässigen Durchmesser nicht überschreiten.

Tiefe des Focus u. der Schärfe.

Wären in Fig. 47 A, B, C drei Objekte, die durch das Objektiv L bei A_1, B_1, C_1 gleichzeitig hinreichend scharf abgebildet würden, so

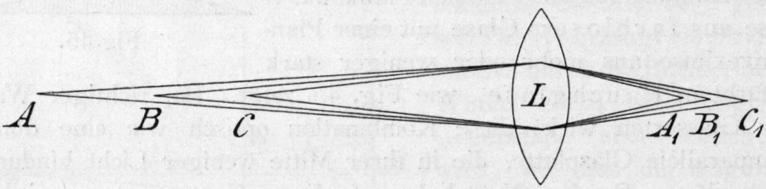


Fig. 47.

nennt man die Strecke $A_1 C_1$ die *gesamte*, $B_1 C_1$ die *hintere*, $A_1 B_1$ die *vordere* **Focustiefe.**

Entsprechend nennt man im Objektraum die Entfernung AC **gesamte Tiefe der Schärfe** u. s. w.

In der Praxis nimmt man gewöhnlich an, daſs, von der mittleren Focustiefe aus gerechnet, die hintere so groſs sei, wie die vordere. Das ist aber nicht richtig, und bei den verschiedenen Objektiven wechseln die Gröſsen. Man kann also nicht mechanisch bei Einstellung auf irgend einen Gegenstand eine gleich groſse Strecke vor wie hinter ihm durch Abblenden scharf erhalten, sondern muſs sich stets durch den Augenschein überzeugen, ob der gewünschte Effekt auch erreicht ist, um eventuell eine andere mittlere Einstellung wählen zu können. *Daraus folgt die wichtige Regel, daſs unter allen Umständen mit der Blende eingestellt werden muſs, mit der die Aufnahme geschehen soll.*

Kleine abbildende Kegel können wir durch Verkleinerung der Öffnung mittels Blenden erzeugen. *Die Blenden steigern die Focustiefe mit abnehmender Öffnung immer mehr.* Auſser den Blenden ist auch die *Brennweite* des Objektivs von Einfluſs. Nehmen wir den in der Photographie gewöhnlichsten Fall, daſs sich das Objekt in dem Raume zwischen

doppelter Brennweite und der Unendlichkeit befindet, so liegen die entsprechenden Bilder, wie oben gesagt wurde, in dem Raume zwischen einfacher und doppelter Brennweite. Es erstrecken sich also die Bilder verschieden weit entfernter Gegenstände auf einen um so kleineren Raum, je kürzer die Brennweite ist. Es läſst sich unter Zugrundelegung der drei Faktoren, relativer Öffnung $\left(\frac{1}{n}\right)$, Brennweite (f) und zulässiger Unschärfe (ω), berechnen, von welcher Mindestentfernung an alle Gegenstände gleichzeitig scharf erscheinen, nach der Formel:

$$T = \frac{f^2}{n\,\omega}.$$

Der gröſste Betrag der zulässigen Unschärfe dürfte bei Betrachtung aus normaler Sehweite etwa 0,25 mm betragen. Für diesen Fall hat Dallmeyer folgende Tabelle berechnet:

$\frac{1}{n}$	Brennweite des Objektives in cm						
	10	15	20	25	30	38	45
	Entfernung des nächsten scharfen Gegenstandes in m						
1/10	4,20	9,30	16,20	25,20	36,30	56,70	81,60
1/15	2,70	6,30	10,80	16,80	24,30	37,80	54,60
1/20	2,10	4,80	8,10	12,90	18,30	28,50	41,10
1/25	1,80	3,90	6,60	10,20	15,00	22,80	3,300
1/30	1,50	3,30	5,40	8,70	12,30	19,20	27,60
1/35	1,35	2,85	4,80	7,50	10,50	16,50	23,70
1/40	1,20	2,70	4,20	6,60	9,30	14,40	20,70

Hätten wir z. B. ein Objektiv von 20 cm Brennweite und einer Öffnung von 1/10, so würde der nächste noch befriedigend scharf abgebildete Gegenstand 16,20 m entfernt sein. Liegt er aber nur 8 m entfernt, so muſs auf etwas mehr als 1/20 abgeblendet werden.

Die zulässige Unschärfe wird durch die Entfernung bedingt, Richtige Sehweite. aus der das Bild betrachtet wird. Daher dürfen Vergröſserungen, bei denen die Unschärfe bis zu 0,5 mm gehen kann, nicht aus unmittelbarer Nähe betrachtet und beurteilt werden. Je gröſser das Bild, um so weiter sollte der Beschauer davon abbleiben, um den Gesamteindruck richtig auffassen zu können. Negative, die vergröſsert zu werden die Aussicht haben, halte man möglichst scharf, wenn sie aber vergröſsert sind, zeige man sie stets aus einer Entfernung, daſs sie auf einen Blick übersehen werden können und dabei hinreichend scharf erscheinen. Kann der Beschauer aus der nötigen Entfernung nicht genug sehen, so setze er die Brille auf,

und wenn auch das noch nicht genügt, dann ist das Bild nicht für ihn bestimmt. Wer die absolute Schärfe für das Hauptkriterium eines guten Bildes, namentlich von Landschaften und Porträts hält, ist zur Beurteilung von Photographieen noch nicht reif. Damit soll nun aber nicht gesagt sein, daſs alle unscharfen Bilder gut wären. Schärfe und Unschärfe sind künstlerische Ausdrucksmittel, deren Handhabung nicht nur Übung, sondern auch ein richtiges Empfinden voraussetzt.

Form und Bezeichnung d. Blenden.

Gegenwärtig hat man bei allen besseren Objektiven die früher übliche Form der Blenden, in die Linsenfassung einsteckbare Metallscheiben mit centrischer Öffnung, verlassen und versieht sie allgemein mit **Irisblenden.** Diese gestatten jede beliebige Verkleinerung der Öffnung, während die **Schiebeblenden** und auch die **Rotationsblenden** nur eine ganz beschränkte Auswahl zulassen. Nicht zu unterschätzen ist auch der Umstand, daſs man die Irisblende ihrer festen Verbindung mit der Fassung wegen nie vergessen kann. Um einen Anhalt über die Gröſse des Blendendurchmessers zu haben, befinden sich auf der Fassung verschiedene Marken. Entweder sind für eine Anzahl Stellungen die wirksamen Öffnungen angegeben oder die relative Belichtungszeit. Letztere läſst sich aus der wirksamen Öffnung herleiten, und zwar verhalten sich die Belichtungszeiten zweier Objektive umgekehrt wie ihre Helligkeiten. Es fragt sich nur, welche Einheit für die Helligkeit gewählt wird. Goerz und andere haben das von Stolze vorgeschlagene Einheitsmaſs für die Expositionszeit (*t*) angenommen:

$$t = \frac{1}{10}\left(\frac{f}{D}\right)^2.$$

Die relative Belichtungszeit 1 kommt dann einem Objektive zu, dessen wirksame Öffnung $\frac{1}{\sqrt{10}}$ oder 1 : 3,16 beträgt. Goerz wählte die Belichtungszahlen 4, 6, 9, 12, 24, 48, 96, 192, 384, 768, entsprechend $\frac{f}{6,3}, \frac{f}{7,7}, \frac{f}{9,5}, \frac{f}{11}, \frac{f}{15,5}, \frac{f}{21,9}, \frac{f}{31}, \frac{f}{43,8}, \frac{f}{62}, \frac{f}{87,6}$ wirksamer Öffnung.

Übertriebene Perspektive.

Die allzu ausgiebige Beseitigung der Focustiefe bei relativ nahen Objekten führt namentlich bei kurzbrennweitigen Linsen zu dem sehr üblen Zustande, daſs die näheren Gegenstände im Verhältnis zu den entfernteren zu groſs erscheinen. Diese übertriebene Perspektive kann dazu führen, daſs z. B. ein Mensch, der seine Hand oder seinen Fuſs gegen das Objektiv ausstreckt, auf dem Bilde Extremitäten bekommt, die weit gröſser er-

scheinen als der Kopf, dafs Tiere, die in der Richtung der optischen Axe stehen, gewaltig in die Länge gezogen erscheinen u. a. m. Gröbere Sünden in dieser Beziehung werden schon durch das Lächerliche des Eindruckes für ernstere Verwendungen unmöglich, mäfsige Übertreibungen gehören aber zu den häufigeren Fehlern des Anfängers. Sie kommen zumeist bei Porträtaufnahmen vor, wenn ein möglichst grofses Bild hergestellt werden soll. Dadurch verlieren diese Aufnahmen aber ihren Wert für wissenschaftliche Zwecke. Namentlich bei der Herstellung von Typenaufnahmen (vergl. nächstes Kapitel) vermeide man jegliche Übertreibung, sondern mache lieber eine kleinere Aufnahme und vergröfsere sie nachträglich, wenn man durchaus ein grofses Bild haben will. Am nächsten liegt die Gefahr bei der Benutzung kleiner Handapparate mit Objektiven unter 12 cm Brennweite, wie sie häufig ihres geringen Gewichtes und ihrer einfachen Handhabung wegen mit auf Reisen genommen werden. Derartige Instrumente sind aber gar nicht zu Aufnahmen aus der Nähe bestimmt, und wer sie zu machen gedenkt, wähle lieber einen Stativapparat und nehme die besseren Resultate als Kompensation für die gröfsere Mühe.

Eine weitere Quelle perspektivischer Verzeichnungen ist die schlechte Aufstellung der Kamera. Die Mattscheibe soll senkrecht zum wahren Horizonte stehen. Nun kommt es vor, dafs man bei der Aufnahme hoher Gegenstände, insbesondere von Gebäuden, den Wunsch hat, die Kamera schief zu stellen, um alles auf das Bild zu bekommen. Thut man das, so neigen sich die senkrechten Linien nach oben zusammen. Kann man durchaus sich nicht anders helfen, so mufs wenigstens die Mattscheibe durch Neigen senkrecht zum Horizonte gestellt werden. Weit besser ist es, nicht die Kamera zu neigen, sondern das Objektiv senkrecht zu verschieben. Dieser Notwendigkeit wird man häufig begegnen, und es empfiehlt sich daher, von vornherein eine Linse zu wählen, die eine etwas gröfsere Platte auszeichnet, als das gewählte Plattenformat, da andernfalls leicht der Fall eintreten kann, dafs nach der Verschiebung der Linse nicht mehr die ganze Platte gedeckt wird. Falsche Perspektive.

Nachdem wir nun die wichtigsten Eigenschaften der Linsen im allgemeinen kennen gelernt haben, kommen wir zur Besprechung der einzelnen Konstruktionen und zur Beantwortung der Frage: Welches Objektiv soll ich kaufen?

Bei der Beschaffung eines Objektives mufs man sich zunächst klar sein, welche Gattung von Aufnahmen vorzugsweise gemacht werden soll. Die moderne Optik hat uns eine Reihe

von Objektiven geschaffen, welche für alle im vorliegenden Buche besprochenen Aufnahmen makroskopischer Gegenstände fast gleich gut verwendbar sind. Es wird nicht viele Photographen geben, welche so mit irdischen Gütern bedacht sind, dafs sie sich für jede Art von Aufnahmen das jeweils geeignetste Specialobjektiv anschaffen können. Daher können wir zunächst absehen von den

Porträt-objektive.

Petzvalschen **Porträtobjektiven**, die nur für Fachleute in Betracht kommen, aber selbst bei diesen immer mehr aufser Gebrauch gestellt werden.

Universal-objektive.

Die für die Zwecke möglichst universeller, wissenschaftlicher Verwendung empfehlenswertesten Objektive sind die folgenden:

Der Doppel-anastigmat.

Der **Doppelanastigmat** von C. P. Goerz in Schöneberg-Berlin. Er stellt ein symmetrisches Doppelobjektiv aus zwei dreifachen



Fig. 48a.

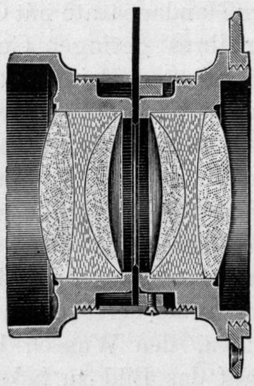


Fig. 48b.

Linsen dar (Fig. 48a und b). Seine wirksame Öffnung ist 1 : 7,7. Der Bildwinkel beträgt bei mittleren Blenden etwa 70 Grad. Bei der kleinsten Blende gestattet er nahezu 90 Grad auszunutzen, so dafs er auch als Weitwinkel dienen kann. Ein Doppelanastigmat von 15 cm Brennweite zeichnet bei kleinster Blende eine Platte von 18×24 cm aus. Die Lichtstärke genügt für fast alle Momentaufnahmen bei einigermafsen gutem Lichte. Die Hinterlinse allein kann als Landschaftslinse von annähernd doppelter Brennweite, wie das ganze System hat, unter Benutzung der Iris als Vorderblende verwendet werden. Die Gröfse des Instrumentes richtet sich natürlich nach der Plattengröfse der Kamera. Und man wähle mindestens die Nummer, welche die Platte bei voller Öffnung auszeichnet, wenn man viele Momentaufnahmen zu machen gedenkt. Das Instrument ist gleich gut für Porträt-, Gruppen-, und Landschaftsaufnahmen zu gebrauchen, sowie auch zu Reproduktionszwecken verschiedener Art. (Vergl. nachstehende Tabelle.)

Goerz' Doppelanastigmat F : 7,7.

Nr.	Äquivalente Brennweite mm	Freie Öffnung mm	Scharf bis zum Rande ausgezeichnetes Plattenformat bei Blende. F : 7,7 cm	F : 15,5 cm	F : 62 cm	Preis mit Irisblenden ℳ
00	90	13	6 × 9	8 × 10	12 × 16	100
0	120	17	9 × 12	12 × 16	13 × 18	105
1	150	21,5	12 × 15	13 × 18	16 × 21	125
2	180	25,5	13 × 18	16 × 21	21 × 27	145
3	210	29,5	16 × 21	18 × 24	24 × 30	175
4	240	34	18 × 24	21 × 27	30 × 36	210
5	270	38,5	21 × 27	24 × 30	30 × 40	255
6	300	42,5	24 × 30	30 × 36	40 × 50	305
7	360	51	30 × 36	40 × 50	50 × 60	395
7a	420	60	30 × 40	45 × 55	55 × 65	520
8	480	68	40 × 50	50 × 60	60 × 70	620
9	600	85	50 × 60	60 × 70	80 × 90	920
10	750	106	60 × 70	70 × 80	100 × 120	1525
11	900	128	70 × 80	100 × 120	120 × 150	3025

Ein ganz ähnliches Instrument ist das **Kollinear** von Vogtländer in Braunschweig (Fig. 49), welches die gleichen Eigenschaften hat wie der Doppelanastigmat, jedoch eine etwas gröſsere Öffnung von 1 : 6,3. Er wird auch mit den Öffnungen 1 : 7,7 und 1 : 12,5 hergestellt. Diese Nummern erscheinen neben dem Doppelanastigmaten überflüssig.

Das Kollinear.

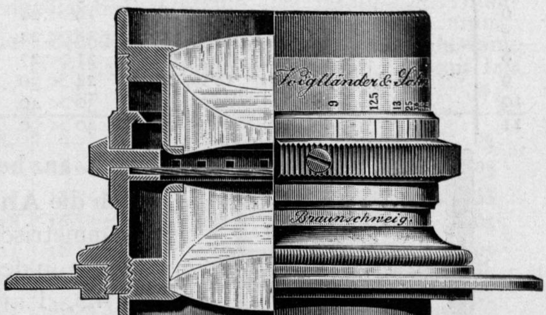


Fig. 49.

Kollinear 1 : 6,3.

Nr.	Äquivalente Brennweite mm	Linsen-Durchmesser mm	Scharfe Bildgröſse bei voller Öffnung 1 : 6,3	bei Blende 1 : 12,5	bei kleineren Blenden f/18 bis f/36	Preis mit Irisblende ℳ
1	90	16,5	6 × 9	8 × 10	9 × 12	96
2	120	22	9 × 12	12 × 16	13 × 18	112
3	150	24	12 × 16	13 × 18	16 × 21	128
4	200	32	13 × 18	13 × 21	18 × 24	172
5	250	40	13 × 21	16 × 21	21 × 26	220
6	300	47	16 × 21	18 × 24	24 × 30	300
7	370	57	18 × 24	21 × 26	30 × 40	400
8	430	69	21 × 26	27 × 35	40 × 50	540
9	510	80	24 × 30	30 × 40	50 × 60	680
10	600	90	30 × 40	40 × 50	60 × 70	900

Das Orthostigmat.

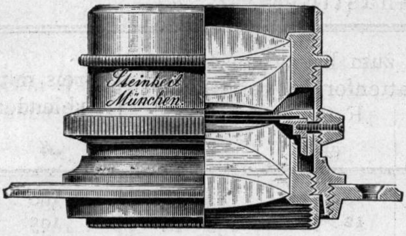


Fig. 50.

Das dritte der symmetrischen Anastigmatobjektive ist der **Orthostigmat** (Fig. 50) von Steinheil, dessen wirksame Öffnung 1 : 6,8 beträgt, und der im wesentlichen die gleichen Eigenschaften, wie die beiden vorstehenden Systeme hat. (Vergl. Tabelle.)

Orthostigmat 1 : 6,8.

No.	Öffnung mm	Brennweite cm	Scharfe Bildgröße in cm: mit voller Öffnung 1 : 6,8	mit mittleren Blenden f/14–f/20	mit kleinen Blenden f/40–f/56	Preis mit Irisblende ℳ
1	16	9	7 × 10	8 × 11	9 × 12	90
2	18	10,5	8 × 11	9 × 12	10 × 15	95
3	20	12	9 × 12	10 × 13	13 × 18	100
4	26	15	10 × 15	13 × 18	16 × 21	120
5	31	18	12 × 16	15 × 20	18 × 24	145
6	36	21	13 × 18	16 × 21	21 × 27	170
7	42	24	15 × 20	18 × 24	24 × 30	210
8	50	28	16 × 21	21 × 27	28 × 35	260
9	65	36	18 × 24	24 × 30	40 × 50	400
10	85	48	24 × 30	30 × 40	50 × 60	600
11	108	60	30 × 40	40 × 50	60 × 70	900

Zeiſs' Anastigmate.

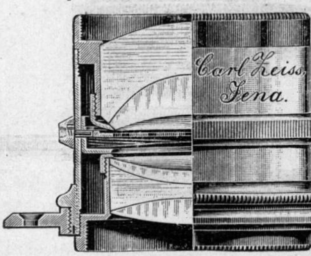


Fig. 51.

Ganz hervorragende Linsen sind auch die **Anastigmate** von Zeiſs, asymmetrische Doppellinsen, Fig. 51, welche in den Öffnungsverhältnissen 1 : 4,5, 1 : 6,3 und 1 : 8 hergestellt werden. Die genaueren Verhältnisse sind aus den folgenden Tabellen ersichtlich:

Anastigmat 1 : 4,5.

Nr.	Äquivalent-Brennweite mm	Linsendurchmesser mm	Platte bei Blende f/4,5 cm	Platte bei Blende f/6,3 cm	Durchm. des scharfen Feldes bei kl. Blenden Winkel = 70° cm	Messingfassung mit Iris ℳ	Aluminiumfassung mit Iris ℳ
1	130	31	6 × 6	6 × 8	18,2	145	155
2	150	36	6 × 8	8 × 10	21,0	185	195
3	183	42	8 × 10	9 × 12	25,6	225	240
4	220	51,5	9 × 12	12 × 15	30,8	310	325
5	260	61	12 × 15	13 × 18	36,4	430	450
6	300	71	13 × 18	13 × 21	42,0	550	570
7	354	82	13 × 21	16 × 21	49,6	690	715
8	416	94	16 × 21	18 × 24	58,3	860	885

Anastigmat 1 : 6,3.

Nr.	Äquivalent-Brennweite mm	Linsendurchmesser mm	Plattengröfse bei Blende $f/6,3$ cm	Plattengröfse bei Blende $f/9$ cm	Durchm. des scharfen Feldes bei kl. Blenden Winkel = 80° cm	Messingfassung mit Iris ℳ	Aluminiumfassung mit Iris ℳ
1	85	16	6 × 6	6 × 8	14,3	85	95
2	105	19,5	8 × 8	8 × 10	17,6	95	105
3	140	25	8 × 10	9 × 12	23,5	115	125
4	170	31	9 × 12	12 × 15	28,9	145	155
5	210	36	12 × 15	13 × 18	35,2	185	195
6	250	42	13 × 18	13 × 21	42,0	225	240
7	300	51,5	13 × 21	16 × 21	50,3	310	325
8	360	61	16 × 21	18 × 24	60,4	430	450
9	430	71	18 × 24	21 × 27	72,2	550	570
10	510	82	21 × 27	24 × 30	85,6	690	715
11	590	94	24 × 30	27 × 35	99,0	860	885

Anastigmat 1 : 8.

Nr.	Äquivalent-Brennweite mm	Linsendurchmesser mm	Plattengröfse bei Blende $f/8$ cm	Plattengröfse bei Blende $f/12,5$ cm	Durchm. des scharfen Feldes bei kl. Blenden Winkel = 72° cm	Messingfassung mit Iris ℳ	Aluminiumfassung mit Iris ℳ
1	110	16	6 × 8	9 × 12	16,9	85	95
2	136	19,5	9 × 12	12 × 15	20,9	95	105
3	167	25	12 × 15	13 × 18	25,6	125	135
4	205	31	13 × 18	16 × 21	31,5	155	165
5	244	36	13 × 21	18 × 24	37,4	185	195
6	295	42	18 × 24	24 × 30	45,3	245	260
7	350	51,5	21 × 27	26 × 34	53,7	360	375
8	433	61	24 × 30	33 × 44	66,5	460	480

Am allgemeinsten verwendbar dürften sein die Doppelanastigmate 1 : 7,7, Kollinear 1 : 6,3, Orthostigmat 1 : 6,8, Anastigmat 1 : 6,3. Welches von diesen Systemen sich jemand anschaffen soll, ist Geschmackssache; leistungsfähig sind sie alle.

Objektivsätze.

Um für eine bestimmte Plattengröfse verschiedenbrennweitige Linsen zu haben, sind sogenannte **Objektivsätze** konstruiert und werden von verschiedenen Fabrikanten hergestellt. Das beste in dieser Richtung sind die **Satzanastigmate** von Zeifs. Sie werden kombiniert aus anastigmati-

Satzanastigmate.

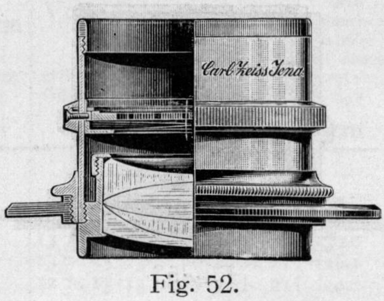


Fig. 52.

schen Einzellinsen, Fig. 52, von einer Öffnung 1 : 12,5, deren jede für sich als Landschaftslinse benutzbar ist. Als solche haben sie bei gröſseren Bildwinkeln eine geringe Verzeichnung am Rande, während sie bei ihrer Kombination ganz frei von diesem Fehler sind. Die Beseitigung der übrigen Linsenfehler ist naturgemäſs keine so vollkommene, wie bei den anderen, einheitlichen und genau zu einander abgestimmten Objektiven. Gleichwohl ist sie noch erheblich besser, als bei den gewöhnlichen Aplanaten und den früher üblichen Objektivsätzen, welche aus achromatischen Linsenpaaren zusammengestellt wurden. Daſs die aplanatischen Sätze noch nicht überflüssig sind, dafür sorgen die Satzanastigmate durch ihren Preis. Die kombinierbaren Objektivsätze wird der zu schätzen wissen, dem es nicht nur darauf ankommt, von irgend einem Standpunkte das gewählte Objekt irgendwie aufzunehmen, sondern es gleich als abgerundetes, in sich geschlossenes Bild zu haben wünscht und daher bald kleine Winkel und lange Brennweiten, bald das Gegenteil nötig hat. Die einzelnen Daten der Anastigmat-Einzellinsen ergeben sich aus folgender Tabelle:

Nr.	Äquivalent-Brennweite mm	Durchmesser des Objektivs mm	Volle Bildschärfe bei Blende f/12,5 cm	Volle Bildschärfe bei Blende f/25 cm	Durchm. des Bildes bei 75° Feld cm	Messingfassung mit Irisblende ℳ
1	183	16	12 × 15	16 × 21	28,1	75
2	224	19,5	13 × 18	21 × 27	34,4	85
3	285	25	16 × 21	24 × 30	43,7	100
4	350	31	21 × 27	29 × 34	53,7	120
5	412	36	24 × 30	30 × 40	63,2	155
6	480	42	29 × 34	34 × 39	73,7	215
7	590	51	30 × 40	40 × 50	90,5	275
8	690	61	34 × 39	50 × 60	105,9	360
9	815	71	39 × 47	55 × 65	125,1	460
10	920	82	40 × 50	60 × 70	141,2	580
11	1050	94	47 × 57	70 × 80	161,1	750

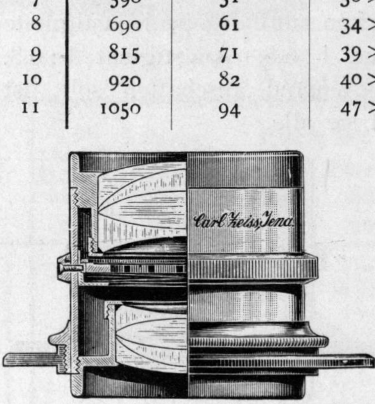


Fig. 53.

Die Kombination zweier Linsen (Fig. 53) hat, je nachdem gleich- oder ungleichbrennweitige Nummern kombiniert sind, ein Öffnungsverhältnis von 1 : 6,3, 1 : 7 oder 1 : 7,7. Der Bildwinkel beträgt ungefähr 80 Grad. Über die wichtigsten Kombinationen giebt nachstehende Tabelle Auskunft.

Nr.	Kombiniert aus Anastigmatlinsen 1/12,5 Vorder-Linse f = mm	Hinter-Linse f = mm	Resultierende Brennweite mm	Größte relative Öffnung	Volle Bildschärfe bei Blende größter Öffnung cm	f/12,5 cm	f/25 cm	Lichtkreisdurchmesser bei 80°	Messingfassung mit Irisblende M
1	183	183	105	f/6,3	7 × 10	10 × 13	10 × 13	17,6	145
2	224	183	115	f/7	9 × 12	12 × 15	12 × 15	19,3	155
3	285	183	127	f/7,7	10 × 13	13 × 16	13 × 16	21,3	170
4	224	224	128	f/6,3	10 × 13	13 × 18	13 × 18	21,5	165
5	285	224	143	f/7	12 × 15	13 × 21	13 × 21	24,0	180
6	350	224	156	f/7,7	13 × 15	15 × 20	16 × 21	26,2	200
7	285	285	163	f/6,3	13 × 16	16 × 21	16 × 21	27,4	195
8	350	285	179	f/7	13 × 18	16 × 21	18 × 24	30,0	215
9	412	285	192	f/7,7	13 × 21	18 × 23	18 × 24	32,2	250
10	350	350	200	f/6,3	13 × 21	18 × 24	21 × 26	33,6	235
11	412	350	216	f/7	16 × 21	21 × 26	23 × 28	36,2	270
12	480	350	232	f/7,7	16 × 21	23 × 28	24 × 30	38,9	330
13	412	412	235	f/6,3	16 × 21	23 × 28	24 × 30	39,4	305
14	480	412	254	f/7	18 × 24	24 × 30	24 × 30	42,6	365
15	590	412	277	f/7,7	18 × 24	24 × 30	26 × 31	46,5	425
16	480	480	275	f/6,3	18 × 24	24 × 30	26 × 31	46,2	420
17	590	480	303	f/7	21 × 26	26 × 31	28 × 33	50,8	480
18	690	480	324	f/7,7	21 × 26	28 × 33	28 × 34	54,4	565
19	590	590	337	f/6,3	21 × 26	28 × 33	29 × 34	56,6	540
20	690	590	364	f/7	24 × 30	28 × 34	30 × 40	61,1	625
21	815	590	391	f/7,7	24 × 30	28 × 34	34 × 39	65,6	725
22	690	690	395	f/6,3	24 × 30	28 × 34	34 × 39	66,3	710
23	815	690	427	f/7	28 × 34	30 × 40	39 × 47	71,7	810
24	920	690	451	f/7,7	28 × 34	30 × 40	40 × 50	75,7	930
25	815	815	465	f/6,3	28 × 34	30 × 40	45 × 55	78,0	910
26	920	815	494	f/7	30 × 40	34 × 39	50 × 60	82,9	1030
27	1050	815	524	f/7,7	30 × 40	40 × 50	50 × 60	87,9	1200
28	920	920	526	f/6,3	30 × 40	40 × 50	50 × 60	88,3	1150
29	1050	920	561	f/7	34 × 39	47 × 57	55 × 65	94,1	1320
30	1050	1050	600	f/6,3	34 × 39	47 × 57	60 × 70	100,7	1490

Wie mehrere dieser Anastigmate zu einem Objektivsatz vereinigt werden können, zeigen die beiden folgenden Tabellen:

Anastigmat-Satz für Platte 13 × 18 cm.

Objektivsatz aus den Anastigmatlinsen 1/12,5, Serie VII Nr. 2, 3 und 4.
Preis inkl. Etui M. 295.

Nummer	Kombiniert aus Vorderlinse Brennweite mm	Hinterlinse Brennweite mm	Resultierende Brennweite mm	Nutzbare größte relative Öffnung	Auf 13×18 cm ausgenutzter Bildwinkel	Volle Bildschärfe bei Blende größter Öffnung cm	f/12,5 cm	f/25 cm	Bilddurchmesser bei einem Feld von 80° cm
1	—	350	350	f/12,5	35°	—	21 × 27	29 × 34	—
2	—	285	285	f/12,5	43°	—	16 × 21	24 × 30	—
3	—	224	224	f/12,5	53°	—	13 × 18	21 × 27	—
4	350	285	179	f/7	64°	13 × 18	16 × 21	18 × 24	30,0
5	350	224	156	f/7,7	71°	13 × 15	15 × 20	16 × 21	26,1
6	285	224	143	f/7	76°	12 × 15	13 × 21	13 × 21	24,0

Anastigmat-Satz für Platte 18 × 24 cm.

Objektivsatz aus den Anastigmatlinsen 1/12,5, Serie VII Nr. 3, 4, 5 und 6.
Preis inkl. Etui M. 575.

Nummer	Kombiniert aus Vorder- linse Brennweite mm	Kombiniert aus Hinter- linse Brennweite mm	Resultierende Brennweite mm	Nutzbare gröſste relative Öffnung	Auf 18×24 cm ausgenutzter Bildwinkel	Volle Bildschärfe bei Blende gröſster Öffnung cm	Volle Bildschärfe bei Blende $f/12,5$ cm	Volle Bildschärfe bei Blende $f/25$ cm	Bilddurchmesser bei einem Feld von 80° cm
1	—	480	480	$f/12,5$	34½	—	29 × 34	34 × 39	—
2	—	412	412	$f/12,5$	40°	—	24 × 30	30 × 40	—
3	—	350	350	$f/12,5$	46½	—	21 × 27	29 × 34	—
4	—	285	285	$f/12,5$	55½	—	16 × 21	24 × 30	—
5	480	412	254	$f/7$	61°	18 × 24	24 × 30	24 × 30	42,6
6	480	350	232	$f/7,7$	66°	16 × 21	23 × 28	24 × 30	38,9
7	412	350	216	$f/7$	69½	16 × 21	21 × 26	23 × 28	36,2
8	412	285	192	$f/7,7$	76°	13 × 21	18 × 23	18 × 24	32,2
9	350	285	179	$f/7$	80°	13 × 18	16 × 21	18 × 24	30,0

Alle die bisher besprochenen Objektive haben leider einen sehr hohen Preis, was aber den nicht wundern wird, der sich durch die Lektüre des ersten Teiles dieses Kapitels eine schwache Vorstellung von den Schwierigkeiten erworben hat, welche die Fabrikation in allen Stufen darbietet. Es kann nicht dringend genug davor gewarnt werden, bei der Wahl eines neuen Objektives allzusehr den leidigen Geldpunkt maſsgebend sein zu lassen. Einige kleine Einschränkungen in den Vergnügungen dieses Lebens machen leicht einige Mark mehr flüssig, und es ist kein gutes Zeichen für den wissenschaftlichen Eifer und den Ernst des Arbeiters, wenn er nicht imstande ist, sich zur Beschaffung guten Handwerkszeuges einige Entbehrungen aufzuerlegen. Freilich hat alles seine Grenzen, und so wird man leicht in die Lage kommen können, trotz richtiger Erkenntnis ein billigeres System zu wählen. Solche sind die Aplanate. besseren **Aplanate** verschiedener Firmen. Es sind dies, wie schon erwähnt, symmetrische Doppelobjektive aus zwei gleichen Doppellinsen in entgegengesetzter Lage mit centraler Blende. Unbedingt verdient auch hier die Irisblende den Vorzug vor den nur wenig billigeren Schiebeblenden. Die Aplanate sind frei von Verzeichnung, haben etwa 60 Grad Bildwinkel und eine Öffnung von $f:5$ bis $f:8$. Die centrale Zeichnung ist auch bei voller Öffnung eine durchaus scharfe, während zur befriedigenden Ausnutzung der Ränder wegen der noch bestehenden ziemlich beträchtlichen astigmatischen Fehler meist erheblich kleinere Blenden erforderlich sind, als bei entsprechenden Anastigmaten. Im folgenden sind einige

der besseren Fabrikate aufgeführt, zunächst die des Erfinders dieses Typus, Steinheil in München.

Aplanat *f*: 7,8, Bildwinkel ca. 60 Grad.

Nr.	Öffnung mm	Öffnung Lin.	Brennweite cm	Scharfe Bildgröße in cm: mit voller Öffnung f/7—f/8	mit mittleren Blenden f/14—f/20	mit kleinen Blenden f/40—f/56	ℳ
1	7	3	4	2×2	2×3	3×4	42
2	16	7	9	4×5	5×6	6×9	42
2b	20	9	12	5×7	6×9	8×10	50
3	25	11	14	6×9	8×10	10×15	57
4	32	14	18	8×10	9×12	12×16	75
4b	38	17	24	9×12	10×15	15×20	90
5	43	19	28	10×15	13×18	18×24	105
6	52	23	36	13×18	16×21	21×27	132
7	61	27	44	16×21	18×24	24×30	204
8	75	33	54	18×24	21×27	28×35	300
9	88	39	64	21×27	24×30	30×40	396
10	115	51	84	24×30	30×40	40×50	585

Euryskop, Serie 4, von Voigtländer, *f*: 6,3.

Nr.	Brennweite des Objektivs mm	Öffnung des Objektivs mm	Durchmesser des runden Bildes cm	Normalplatte bei f/9—f/12,5 cm	Preis mit Schieber-Blenden ℳ	Preis mit Iris-Blenden ℳ
0	127	26	20	9×12	*60	70
00	174	33	27	12×16	*80	90
1	216	40	32	13×18	*100	112
2	254	46	38,5	16×21	*116	128
3	291	53	42	18×24	*140	152
4	382	66	51	21×26	*200	212
5	448	79	62	24×30	*300	320
6	547	92	74	30×40	400	—
7	655	105	87	40×50	520	—
8	852	132	110	50×60	950	—
9	1070	158	135	60×70	2250	—

* Mit Schieberblenden nur auf feste Bestellung.

Goerz' Extra-Rapid-Lynkeioskop, *f* : 5,5.

Serie C Nr.	Äquivalent-Brennweite cm	Freie Öffnung mm	Plattengröſse mit gröſster Blende für Porträts cm	Plattengröſse mit kleinster Blende cm	Durchmesser des runden Bildes mit kleinster Blende cm	Preis ℳ
000	6	12	4×4	6×6	8,5	35
00	9	18	5×7	7×10	12,5	40
0	12	23	6×8	9×12	17	50
1	15	29	9×12	12×16	20	60
2	18	35	9×12 / 10×13	13×18	25	70
3	21	40	12×16	18×24	30	80
4	24	43	13×18	18×24 / 21×27	35	90
5	27	46	13×18 / 13×21	21×27 / 24×30	38	100
6	30	53	13×21	24×30	42	120
7	36	64	18×21	30×40	50	170
8	48	75	24×30	40×50	67	230
9	60	86	30×40	50×60	84	350
10	75	125	40×50	60×70	100	650
11	90	150	50×60	80×90	120	1175

Es ist nicht möglich, des beschränkten Raumes wegen allen Fabrikanten gerecht zu werden. Die drei gewählten Objektive sind deshalb aus der groſsen Anzahl gleichwertiger Fabrikate ausgesucht, weil Verfasser diese Linsen aus eigener Erfahrung kennt.

Billige Linsen.

Es sind noch eine Reihe sehr billiger Systeme im Handel, die nur den Bedürfnissen der Dilettanten genügen. Die Billigkeit dieser Linsen ist bedingt durch die weniger exakte Ausführung und das geringwertigere Rohmaterial. Die Glasstücke werden nicht aus Blöcken geschnitten, sondern die einzelnen Linsen werden gleich in ihrer genäherten Form gegossen, so daſs die Arbeit des Glasschneidens und Schruppens vermieden wird. Auch mit der Rechnung, dem Polieren, Centrieren und der Prüfung wird oberflächlicher verfahren, so daſs ein wirklich gutes Objektiv mehr oder weniger dem Zufall zu danken ist. Man hört von Anfängern oft die Entgegnung, daſs der und der mit einem ganz billigen Objektive die schönsten Bilder mache. Das kann allerdings der Fall sein, weil geborene Künstler auch unter den Photographen vorkommen, aber in der Regel ist dem Urteil des Anfängers in dieser Beziehung kein allzu groſser Wert beizulegen, und dann ist eben nicht jeder ein geborener Künstler! Wer's jedoch besser weiſs, lasse sich seine falsche Überzeugung nicht rauben und folge dem eigenen Ermessen.

Weitwinkel-objektive.

Aufser den bisher besprochenen Universalobjektiven giebt es noch einige Specialkonstruktionen, die man unter Umständen nicht entbehren kann. Das sind zunächst die **Weitwinkellinsen.** Wer eins der verschiedenen anastigmatischen Objektive kürzerer Brennweite besitzt, wird kaum das Bedürfnis nach einem besonderen Weitwinkel empfinden. Verfasser benutzt für das Format 18 : 24 einen Gœrzschen Doppelanastigmaten von 15 cm Brennweite als Weitwinkel. Die gewöhnlichen Instrumente dieser Art sind nach dem Typus der Aplanate gebaut und haben eine kleine wirksame Öffnung von 1 : 12 bis 1 : 18. Die beiden Linsenpaare stehen sehr nahe aneinander und schliefsen in der Regel Rotationsblenden zwischen sich ein. Derartige Linsen werden von Steinheil, Voigtländer, Goerz, Wächter und anderen hergestellt.

Verwendung der Weitwinkel.

Im allgemeinen braucht man die Weitwinkel selten, und nur bei sehr beschränktem Raum für die Aufstellung des Apparates bei Innenaufnahmen, Architekturen und Reproduktionen sind sie mitunter nicht zu entbehren. Die Ausnutzung der grofsen Bildwinkel bis zu 100 und mehr Grad führt dazu, dafs die Bilder in übertriebener Perspektive erscheinen, weil wir nicht gewöhnt sind, von dem gewählten Standpunkte aus, alles Abgebildete zu übersehen. Falsch ist diese Perspektive nicht, sondern sie ist dieselbe, wie bei der geometrischen Konstruktion, wenn man nur statt der üblichen Sehweite des normalen Auges die betreffende meist erheblich kürzere Brennweite des Objektives zu Grunde legt. Aufserdem tritt noch hinzu, was bereits oben besprochen wurde, dafs der grofsen Focustiefe halber die näheren Gegenstände unverhältnismäfsig grofs erscheinen.

Neuerdings ist auch der Anastigmattypus von Zeifs und anderen auf die Weitwinkel übertragen und so eine hohe Vervollkommnung dieser Instrumente erreicht. Als Beispiel folgt die Tabelle der Zeifsschen Anastigmate 1 : 18 Fig. 54, deren kleinere Nummern einen nutzbaren Winkel von über 100 Grad haben. Das ist besonders erwünscht, wenn Reproduktionen in Strichmanier,

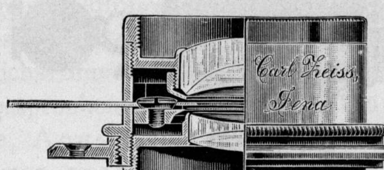


Fig. 54.

also Zeichnungen, Briefe und Drucksachen der mannigfachsten Art, Kupferstiche und verwandte Aufnahmen gemacht und obendrein das Original noch vergröfsert aufgenommen werden mufs. Bei gewöhnlichen Aplanaten und Weitwinkeln bekommen die Ränder zumeist eine sehr störende Unschärfe wegen der nur unvollkommen

behobenen astigmatischen Fehler, deren Einfluſs auf die Abbildung von Linien durch die Fig. 39 deutlich veranschaulicht ist.

Nr.	Äquivalent-Brennweite mm	Linsendurchmesser mm	Plattengröſse bei Blende f/18 cm	Plattengröſse bei Blende f/36 cm	Durchm. des scharfen Feldes bei kl. Blenden Winkel = 104° cm	Messingfassung mit Iris ℳ	Aluminiumfassung mit Iris ℳ
1	86	7,5	9×12	12×15	22	Rotationsblende 64	—
2	112	9,5	12×15	13×18	28	64	—
3	141	12	13×18	16×21	36	80	—
4	182	14,5	16×21	20×26	40	100	—
5	212	17,5	20×26	24×30	54	125	135
6	265	20,5	24×30	26×35	68	155	165
7	315	23,5	26×35	30×40	80	185	195

u. s. w.

Die Anschaffung eines Weitwinkels ist nur dann zu empfehlen, wenn man auf Grund einer Specialrichtung seiner photographischen Aufnahmen häufig in die Lage kommt, sehr groſser Bildwinkel zu bedürfen.

Teleobjektive.

Das Gleiche gilt von den **Teleobjektiven.** Sie dienen genau dem umgekehrten Bedürfnisse, d. h. wenn man sich dem Objekt nicht so weit nähern kann, daſs man ein genügend groſses Bild mit den Objektiven normaler Brennweite erhält. Zuerst wurde diese Konstruktion von Miethe angegeben und wird gegenwärtig vorwiegend von Voigtländer, Steinheil und Zeiſs ausgeführt. Die Teleobjektive bestehen aus einem positiven und einem negativen Teil. Als ersterer kann ein Objektiv normaler Brennweite verwendet werden, während letzterer aus einer besonders berechneten Bikonkavlinse besteht. Die Konstruktion ist ähnlich wie die des gewöhnlichen Opernglases.

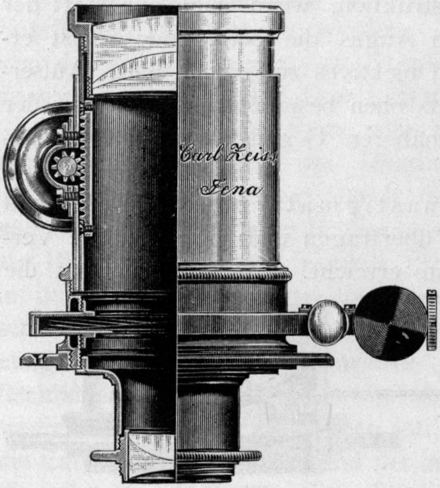


Fig. 55.

Als Beispiel ist in nebenstehender Figur 55 das Zeiſssche Teleobjektiv abgebildet. Als positive Komponente können die Anastigmate dienen oder die in der Figur abgebildete positive Einzellinse mit einer relativen Öffnung von 1 : 3. Wer diese Objektive zu verwenden gedenkt, studiere die von Dr. Rudolph geschriebene Ge-

brauchsanweisung der Firma Zeifs, welche alles Wissenswerte enthält. Über das Steinheil'sche System folgt näheres am Ende des Kapitels.

Vorläufig findet das Teleobjektiv seine Hauptanwendung bei Architekturaufnahmen von seiten der Fachleute, um einzelne Partieen der Gebäude in vergröfsertem Mafsstabe zu photographieren. Aber auch für andere wissenschaftliche Zwecke läfst sich diese Gattung von Linsen vielfach mit Vorteil verwenden. Da dem Verf. in neuerer Zeit in der Praxis das Teleobjektiv immer häufiger als erwünscht erscheint, und auch von anderer Seite seine Verwendung als vielfach für unumgänglich gehalten wird, so ist am Schlusse des Kapitels alles Wissenswerte im Znsammenhang besprochen. Erforderlich ist zu erfolgreicher Verwendung eine sehr stabile Kamera mit langem Auszuge. Die Gröfse des Bildes hängt von letzterem ab, die Einstellung geschieht durch Verschieben des mit entsprechendem Trieb versehenen positiven Elementes. Die Zeifsschen Fassungen tragen auch einen vorzüglich gearbeiteten Irisverschlufs, welcher eine automatische Exposition ohne jede Erschütterung ermöglicht.

Die anderen Objektivkonstruktionen müssen hier übergangen werden, weil sie für die Zwecke unseres Buches nicht wesentlich in Betracht kommen, und die zu ausführliche Beschreibung den Anfänger verwirrt machen würde. In allen grofsen Handbüchern der Photographie kann jedermann im Bedarfsfalle sich Rat holen.

Natürlich werden auch im Auslande treffliche Instrumente hergestellt, die Führung besitzt aber gegenwärtig unstreitig die deutsche Optik, was am besten aus dem Umstande erhellt, dafs unsere ersten Firmen an ausländische Fabriken die Licenz zur Anfertigung ihrer Instrumente erteilt haben.

Für die Wahl eines neu anzuschaffenden Objektives ist, abgesehen von der leidigen Geldfrage, in erster Linie mafsgebend, zu welchem Zwecke es vorwiegend dienen soll. Am allerhäufigsten wird man eines möglichst universell brauchbaren Objektives bedürfen, wie sie die zuerst besprochenen Systeme, die Doppelanastigmate, Kollineare, Anastigmate u. s. w. sind. Für die Plattengröfse 9 : 12 wählt man eine Brennweite von 12—15 cm, für 13 : 18 von 18—20 cm und für 18 : 24 eine solche von 24—27 cm. Bei einer Öffnung bis zu f: 7,7 genügen derartige Objektive auch für alle im gewöhnlichen Leben vorkommenden Momentaufnahmen. Wer die Aplanate älterer Konstruktion wählt, thut gut, mindestens die gröfste der soeben für die verschiedenen Plattengröfsen angegebenen Brennweiten zu erwerben und, wenn er viel Momentaufnahmen

Wahl des Objektivs.

machen will, namentlich bei den Formaten über 13 : 18 noch etwas längere. Vielleicht ist es am zweckmäfsigsten, einen der angeführten Anastigmatsätze zu kaufen, weil man dann für alle möglichen Verhältnisse passende Linsen hat. Für die eventuelle Wahl eines Weitwinkels oder Teleobjektives setzt man sich am besten mit einem erfahrenen Händler oder noch besser mit einem vielseitig erprobten »Amateurphotographen« in Verbindung. Allgemeine Regeln sind schwer aufzustellen, und man hat hauptsächlich von der speciellen Verwendungsart auszugehen.

Objektivring. Um die Objektive an die Kamera anzupassen, wird ihre Fassung am hinteren Ende mit einem Gewinde versehen, welches zum Einschrauben in einen besonderen Ring, den **Objektivring**, dient, der mittels dreier Schrauben an das Stirnbrett der Kamera angebracht wird. Um verschiedene Objektive ohne jedesmaliges Ab- und Anschrauben des Ringes benutzen zu können, bedarf man entweder mehrerer Einsätze in das Objektivbrett, oder man läfst sich in den weitesten Objektivring Einsatzgewinde machen. Die sogenannten Universalhalter nach dem Prinzipe der Irisblenden sind nur für Liebhaber.

Die Kamera. Um das vom Objektiv erzeugte Bild auf einer lichtempfindlichen Unterlage aufnehmen zu können, bedarf man einer **Kamera**. Sie dient dazu, alles Licht von der Platte fernzuhalten, welches nicht zur Bilderzeugung durch das Objektiv nötig ist. Die Kamera besteht im wesentlichen, soweit sie einem allgemeinen Gebrauch dienen soll, aus folgenden Hauptteilen: 1. dem Stirn- und Objektivbrett, 2. dem Kamerabalg, 3. dem Rahmen für die Visierscheibe, bezw. Kassette, 4. der Visierscheibe, 5. der Kassette und 6. dem Grund- oder Laufbrett, auf

Stirnbrett. dem diese Teile aufgestellt sind. Das **Objektivbrett** dient zur Anbringung des Objektives. Bei besseren Apparaten wird das Stirnbrett nicht aus einem Stück hergestellt, sondern es enthält in der Mitte einen herausnehmbaren Einsatz, auf dem das Objektiv mittelst des Objektivringes aufgeschraubt wird. Der das Objektiv tragende Teil soll in vertikaler und horizontaler Richtung verstellbar sein.

Der Balg. Der **Kamerabalg** ist nach Art der bekannten Harmonikabälge hergestellt, entweder aus Kaliko oder Leder. Diese Form ist nötig, um einen Wechsel in der Länge des Kameraauszuges zu gestatten, die bei Objektiven verschiedener Brennweiten oder bei Aufnahmen aus wechselnder Entfernung der Gegenstände nötig wird. Die Länge der Bälge ist eine wechselnde, je länger, um so besser für die vielseitige Verwendbarkeit.

Der **Rahmen für die Visierscheibe** enthält die **Visierscheibe**, bestehend aus einem mattierten Glase, und ist so eingerichtet, daſs er nach Entfernung der Visierscheibe zur Aufnahme der **Kassette** dienen kann. Der Rahmen erfordert noch eine besondere Einrichtung, um das regulärerweise rechteckige Format der Platten sowohl quer als hoch benutzen zu können. Die beste Konstruktion ist die, daſs der quadratisch gebaute Rahmen für sich umsetzbar ist. Zu dem Ende wird der Balg nicht direkt an ihm befestigt, sondern an einem mit dem Laufbrett verbundenen, ebenfalls quadratischen Rahmen. Erst an diesem wird die Visierscheibe mit ihrem Halter angebracht und entsprechend befestigt. Die billigen Kameras erfordern ein Umdrehen des ganzen Hinterteiles, wodurch die Festigkeit der Verbindung mit dem Laufbrett nicht erhöht wird. Natürlich muſs in diesem Falle auch der Ansatz an das Stirnbrett drehbar sein. Dies bedingt immer eine konische Form des Balges, die die Verwandlung der Kamera in eine Stereoskopkamera erschwert oder unmöglich macht und eine Fehlerquelle mehr für falsches Licht abgiebt. Visierscheibe.

Das **Laufbrett** der Kamera giebt dem Ganzen Halt und dient auſserdem dazu, den ganzen Apparat auf einer Unterlage, dem Stativ und dergl. aufstellen zu können. Laufbrett.

Es giebt nun sehr viel verschiedene Kamerakonstruktionen. Für die Zwecke des vorliegenden Buches dürfte es sich empfehlen, eine quadratische Kamera anzuwenden, weil sie allein einen möglichst universalen Gebrauch gestattet. Eine derartige Kamera ist in Figur 56 (Ernemann, Dresden) abgebildet. Bei ihr steht das Stirnbrett in fester Verbindung mit dem Laufbrett, und nur der hintere Rahmen ist verstellbar. Er wird mittelst Trieb auf einer in den Boden eingelassenen Zahnstange bewegt, und die Einstellschraube kann durch eine Gegenmutter in jeder beliebigen Stellung festgeklemmt werden. Das Laufbrett ist so eingerichtet, daſs es zur Verlängerung ausgezogen werden kann. Derartige Apparate wie den vorstehenden nennt man kurzweg Reiseapparate, weil sie durch ihr geringes Volumen und Gewicht dazu geeignet erscheinen, auf Reisen mitgeführt zu werden. Der doppelte Bodenauszug ist erwünscht, um die Gröſse des zusammengelegten Apparates mög- Zweckmäſsige Kamera. Reiseapparate.

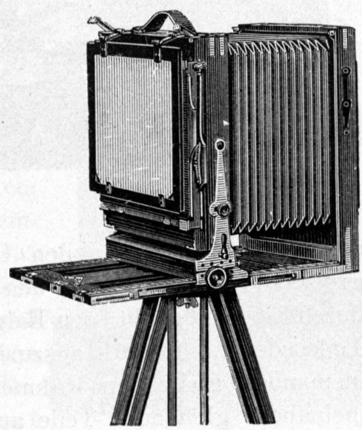


Fig. 56.

lichst zu vermindern. Das möglichst geringe Volumen des zusammengelegten Apparates (Fig. 57) wird dadurch erreicht, daſs das Laufbrett aus zwei Teilen besteht, die durch ein Scharnier verbunden sind. Der vordere Teil ist der kleinere und nur so lang, als der zusammengeschobene Balg und der Rahmen für die Visierscheibe Raum einnehmen. Der Kamerabalg selbst ist beim zusammengelegten Apparat vollständig verborgen und vor Verletzungen geschützt. Der hintere Teil des Laufbodens hat nahezu die Gröſse des Stirnbrettes und enthält in seinem Boden nach unten zu ein Schiebebrett, welches nach dem Aufklappen des Apparates nach vorn in den kürzeren Teil des Laufbodens eingeschoben wird, und so



Fig. 57.

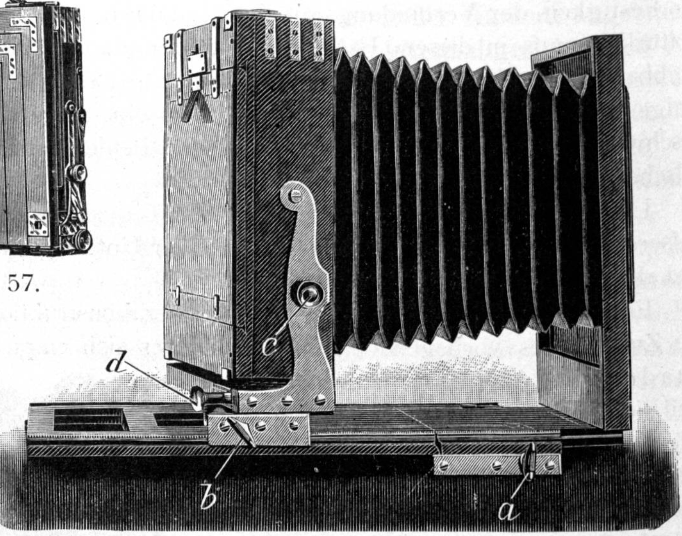


Fig. 58.

dasselbe zu einem stabilen Ganzen vereinigt. Dieser zweite und gröſsere Teil ist es, der den doppelten Bodenauszug enthält. Dadurch ist ermöglicht, den Balg um die doppelte Länge des hinteren Teiles des Laufbrettes auszuziehen. Damit bei diesen verschiedenen, ineinander gleitenden Rahmen kein Klemmen eintritt, sollen die ineinander gleitenden Teile aus Metalleinlagen bestehen, weil das Holz gröſsere Feuchtigkeitsschwankungen der Luft auf die Dauer nicht ohne Veränderung seines Volumens zu ertragen vermag. Die Visierscheibe selbst soll nun, wie es für verschiedene Aufnahmen erforderlich ist, sowohl nach vorn, bezw. hinten, als auch von rechts nach links gegen die Längsaxe der Kamera geneigt werden können. Am unentbehrlichsten ist die Neigung von vorn nach hinten, des-

halb sollte sie bei keinem Apparate fehlen. Wünschenswert ist auch die zweite Art ihrer Stellung. Die Visierscheibe sitzt bei den besseren quadratischen Kameras, wie es oben als wünschenswert hingestellt ist, in einem besonderen Rahmen, der durch Federn festgehalten wird und so eingerichtet ist, daſs er um die Längsaxe der Kamera um 90 Grad umgesetzt werden kann zur Verwendung für Hoch- oder Queraufnahmen. Die Mattscheibe ist an ihrem Rahmen durch Scharniere festgehalten und wird vor dem Einsetzen der Kassette nach vorn umgeklappt. Zur besseren Beurteilung der Übereinstimmung der horizontalen und vertikalen Linien in Objekt und Bild ist es sehr erwünscht, daſs die Visierscheibe auf ihrer mattierten Vorderfläche eine Einteilung in Quadratcentimeter trägt. Wo das nicht der Fall ist, zeichnet man sich mit Bleistift genau die beiden Diagonalen vor und trägt die kleineren Plattenformate, welche mit der Kamera verarbeitet werden können, winkelrecht darauf ein.

Unter Umständen ist es vorteilhaft, wenn auch das Stirnbrett mit dem Objektiv verstellbar eingerichtet ist. Eine derartige, äuſserst zweckmäſsige Kamera ist in Figur 58 und 59 abgebildet. Bei dieser Kamera, bei der die Einstellung des Stirnbrettes durch die Schraube *a* erfolgt, die der Visierscheibe durch *b*, wird die Neigung nach vorn und hinten durch die Schraube *c* und die nach rechts und links durch die Schraube *d* vermittelt. Zusammengelegt (Fig. 59) nimmt diese Kamera, die auſserdem noch einen doppelten Bodenauszug hat, trotz ihrer groſsen Balglänge nur ein kleines Volumen ein und dürfte von allen Kameras die empfehlenswerteste sein. Der Balg ist etwas konisch, aber so wenig, daſs die Anbringung zweier Stereoskopobjektive und einer Zwischenwand trotzdem ohne weiteres möglich ist. Man lasse sich bei Beschaffung einer derartigen Kamera nicht allein durch ihre Leichtigkeit leiten, weil leicht gebaute Kameras den Einflüssen der Witterung, des Windes u. s. w. mehr ausgesetzt sind als stabilere und auſserdem in kürzerer Zeit wackeliger werden als jene. Namentlich vermeide man es, wenn man eine wirkliche Universalkamera haben will, solche Apparate anzuschaffen, bei



Fig. 59.

Leichte Kameras.

denen Visierrahmen und Stirnbrett durch Versteifungen stabil erhalten werden müssen. Eine derartige Kamera zeigt Figur 60. Sie ist zwar leicht, aber wenig stabil.

Platten-format der Kamera.

Es fragt sich nun, für welche Plattengröfse die Kamera eingerichtet sein soll. Es dürfte sich empfehlen, für die häuslichen Arbeiten das Format 18 × 24 zu wählen, zum mindesten aber nicht unter 13 × 18 herabzugehen. Eine 18 × 24 Kamera mit langem Auszug, insbesondere ein Modell des in Figur 58 abgebildeten, reicht für alle Zwecke des vorliegenden Buches vollständig aus. Sie kann nicht nur zur Aufnahme von Porträts, Landschaften, einzelnen Präparaten etc. verwendet werden, sondern ist auch mit Leichtigkeit in eine Stereoskopkamera umgewandelt und kann ebenso zur Anfertigung geringer Vergröfserungen, wie auch zu mikro-

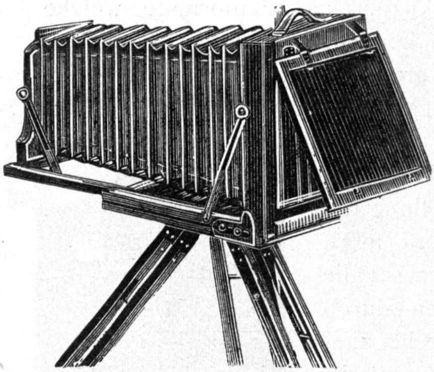


Fig. 60.

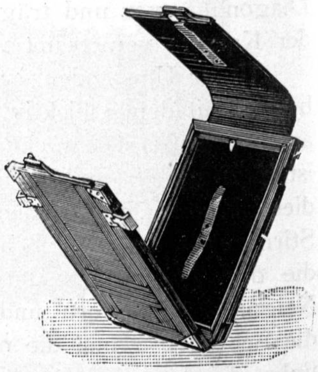


Fig. 61.

photographischen Zwecken verwendet werden. Als Reiseapparat besitzt sie ebenfalls den Vorteil vielseitiger Brauchbarkeit.

Kassetten.

Einen wichtigen Teil der Kamera bilden die **Kassetten,** welche zur Aufnahme der lichtempfindlichen Platten dienen. Um Platz zu sparen, werden sie gewöhnlich für die genannten Apparate als Doppelkassetten gebaut. Am zweckmäfsigsten ist es, die Kassette aufklappbar einzurichten (Figur 61). Die Trennungswand zwischen den beiden Hälften besteht aus einem undurchsichtigen, gut geschwärzten Material, am besten aus Aluminiumblech, und enthält nach beiden Seiten hin Federn, welche die Platte von der Rückseite her fest an den hölzernen Rahmen andrücken. Geschlossen wird die Kassette mit Hilfe seitlicher Klammern. Um die in die Kassette

Kassetten schieber.

eingelegte Platte dem Lichte auszusetzen, wird der **Kassettenschieber** aufgezogen. Dieser Kassettenschieber mufs so eingerichtet sein, dafs er nach dem Aufziehen umgeklappt werden kann, damit nicht die hervorstehende breite Fläche dem Winde

eine gröſsere Angriffsfläche bietet oder das Anstoſsen seitens des Operateurs erleichtert. Die einzelnen Seiten der Doppelkassette müssen mit Nummern versehen sein, um Verwechselungen unmöglich zu machen. Den angeführten Apparaten werden in der Regel drei Doppelkassetten beigegeben. Da man aber selbst bei numerierten Kassettendeckeln ab und zu vergiſst, welche der Platten bereits exponiert war, so verklebt man am besten mittels eines schmalen Streifens gummierten Papiers den Deckel mit dem festen Rahmen der Kassette. Beim Aufziehen des Schiebers wird diese Papiermarke durchgerissen, und man hat so eine gröſsere Sicherheit, Doppelexpositionen zu vermeiden. Die Kassette wird nach Entfernung der Visierscheibe in deren Rahmen eingesetzt und muſs genau passen, damit kein Licht zwischen Kassette und Rahmen in das Innere der Kamera eindringen kann.

Verhütung v. Doppelexpositionen.

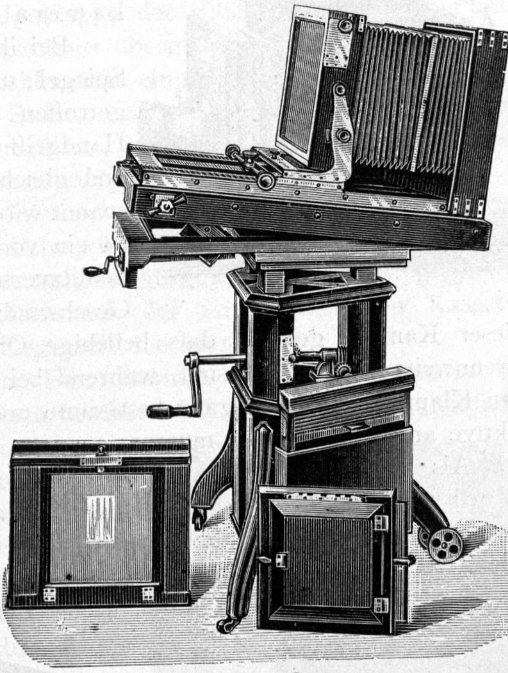


Fig. 62.

Auſser diesen Reisekameras giebt es noch sogenannte Atelierkameras, welche lediglich für den Gebrauch im Atelier bestimmt sind. Sie werden in der Regel erheblich kräftiger gebaut und mit denselben Hilfsmitteln ausgestattet wie die beschriebenen. In Figur 62 ist ein derartiger Apparat abgebildet.

Atelierkamera.

Die dritte Gattung sind die **Handkameras.** Sie sind vorwiegend für Momentaufnahmen und für die Reise bestimmt. Das zweckmäſsigste Format für derartige Apparate ist 9×12. In der Regel werden sie nicht mit Doppelkassetten, sondern mit Wechselkassetten ausgestattet und haben meist eine feststehende Visierscheibe. Dringend erwünscht ist es aber, daſs das Objektivbrett horizontal und vertikal verstellbar ist. Es giebt eine groſse Anzahl verschiedener Konstruktionen. Am brauchbarsten erscheinen die **Reflexkameras,** wie sie von Hesekiel u. a. in den Handel

Handkameras.

Reflexkamera.

gebracht werden. Bei ihnen wird das Bild des Objektives durch einen im Innern befindlichen, unter 45 Grad geneigten Spiegel nach oben auf eine Mattscheibe geworfen. Auf dieser Mattscheibe erfolgt die Einstellung des Bildes, und erst in dem Augenblick der Exposition wird durch entsprechende mechanische Vorrichtungen der Spiegel in die Höhe geklappt und durch ihn der Momentverschluſs ausgelöst. In Figur 63 ist die Hesekiel'sche Spiegelreflexkamera dargestellt.

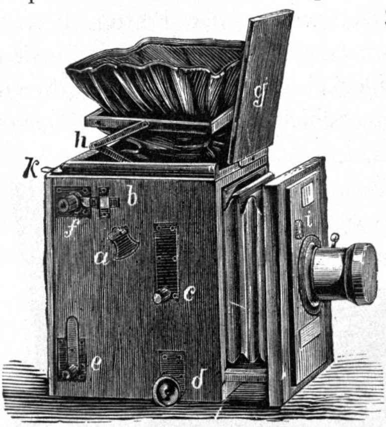


Fig. 63.

Bei ihr ist die Verbindung von Spiegel und Momentverschluſs so getroffen, daſs durch denselben Handgriff der Spiegel eingestellt, und gleichzeitig der Verschluſs gespannt wird. Der Momentverschluſs ist ein vor der Platte angebrachter Schlitzverschluſs mit verstellbarer Geschwindigkeit. Zu den Vorteilen dieser Kamera gehört, daſs beliebige Objektive von 12—15 cm Brennweite verwendbar sind, während bei den gleich zu besprechenden Klappkameras nur ganz bestimmte und besonders gefaſste Objektive angesetzt werden müssen.

Grundmanns Wechselkassette.

Als Kassette können entweder Doppelkassetten oder Wechselkassetten verwendet werden. Von den **Wechselkassetten** für Trockenplatten oder Films ist die einfachste und für alle Zwecke ausreichende die von Grundmann (Figur 64). Sie ist eingerichtet für 12 Platten. Jede Platte liegt in einem ent-

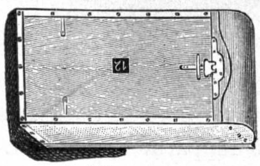


Fig. 64.

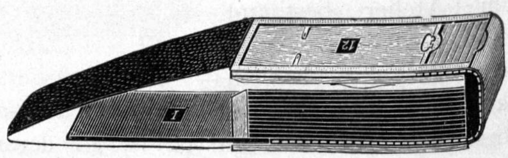


Fig. 65.

sprechend geformten Metallrähmchen. Der Schieber der Kassette ist ein Rouleauschieber, der durch den Boden der Kassette durchgeführt ist. Das Aufziehen erfolgt auf der Rückseite. Ist der Schieber vollständig geöffnet, so wird durch Federdruck die vorderste Platte nach vorn gedrückt; schlieſst man dann den Schieber wieder, so nimmt er die Platte mit und schiebt sie in den oben angebrachten Ledersack, vergl. Fig. 65. Dort wird sie mit der Hand erfaſst und nach hinten gebracht und wieder in den Kasten zurückgeschoben.

Außerdem ist ein kleines Zählwerk angebracht, welches beim jedesmaligen Schließen des Kassettenschiebers um eine von außen sichtbare Zahl weiter rückt. Auf diese Weise verschafft man sich stets Kenntnis von der Anzahl der exponierten Platten. Sollen Celluloidfilms in diesen Kassetten benutzt werden, so ist es erforderlich, einen besonderen Rahmen einzulegen. Die besten Halter für diesen Zweck bestehen aus einem gut geschwärzten, dünnen Aluminiumblech, an das durch einen Leinwandstreifen an einer Längsseite ein rechteckig ausgeschnittener Rahmen befestigt ist. Zum Beschicken wird dieser Rahmen wie ein Buch aufgeklappt, der Film auf die hintere Platte aufgelegt, der vordere Ausschnitt übergedeckt und nun das Ganze wie eine Platte in die Blechkassette eingeschoben. Auf diese Weise wird der Film an allen Seiten niedergedrückt und das Aufbiegen seiner Ränder sicher vermieden, welches leicht die Ursache des Versagens der Wechselvorrichtung wird.

Filmhalter.

Viele verwerfen alle Wechselvorrichtungen mit Ledersack, weil er angeblich zu leicht undicht wird. Verfasser hat das früher auch, wie so manches andere überzeugend vorgetragene Dogma, geglaubt, bis er sich durch den Gebrauch der Grundmannschen Kassette während 5 Jahren vom Gegenteil überzeugt hat.

Roll-kassette.

Für nicht beschnittene Films benutzt man die Eastmansche **Rollkassette,** welche dazu bestimmt ist, Spulen von Celluloidfilms aufzunehmen. Durch einen ziemlich komplizierten Mechanismus wird immer so viel von dieser Spule weiterbewegt, als der Plattengröße entspricht (vgl. Figur 66), und die exponierten Teile wieder aufgerollt. Eine einmalige Umdrehung des in Fig. 66 links oben sichtbaren Schlüssels ist der einzige nötige Handgriff. Außerdem wird jede Aufnahme dreimal durchstochen. Man muß also beim Zerschneiden der exponierten Rolle sorgfältig bei jedem dritten Loche durchschneiden. Wer sich dabei verzählt, kann viele Aufnahmen zerschneiden. Jede neue Umdrehung ist außerdem für das Ohr durch das Einschnappen der in Fig. 67 oben rechts sichtbaren Feder hörbar. Den Transport der Rollenfilms zeigt Fig. 67. In der Regel sind diese Kassetten für 48 Aufnahmen eingerichtet, und lassen sich an jede Kamera anpassen.

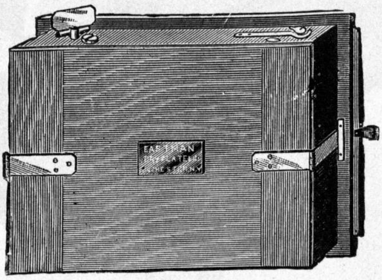


Fig. 66.

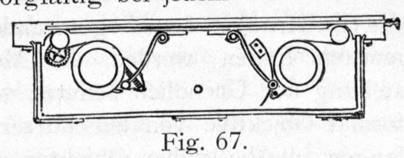


Fig. 67.

Magazinkameras.

Aufser diesen Kameras giebt es noch die grofse Gruppe der **Magazinkameras**, welche wegen ihres grofsen Volumens und hohen Gewichtes, sowie wegen ihrer wenig ausgedehnten Verwendbarkeit den Zwecken des Buches nicht entsprechen.

Klappkameras.

In neuester Zeit sind die **Klappkameras** Mode geworden und von Lechner, Goerz (Anschützkamera), Stegemann, Hesekiel u. a. in verschiedenen Formen in den Handel gebracht. Eine derartige Kamera ist die in Figur 68 abgebildete Klappkamera von Stegemann. Sie nehmen ein relativ geringes Volumen ein, gestatten aber nicht, das aufzunehmende Bild in seiner wirklichen Gröfse und Stellung zu kontrollieren. Zum Ersatz verwendet man bei diesen

Sucher.

Kameras sogenannte Sucher. Diese Sucher sind kleine Reflexkameras oder einfache Visiervorrichtungen. Die Scharfeinstellung des Bildes erfolgt durch Verschieben der Objektive. Jede Kamera ist für ein ganz bestimmtes Objektiv eingerichtet. Auf der Fassung des Objektivs ist eine Teilung eingraviert mit einer empirisch festgestellten Skala, auf welcher die Zahl von Metern angegeben ist, für die bei der jeweiligen Stellung das Bild auf der Mattscheibe scharf erscheint. Man ist also bei den Momentaufnahmen aus der Hand darauf angewiesen, die Entfernung des Gegenstandes zu schätzen. In weitaus den meisten Fällen werden die Momenthandkameras in der Einstellung auf Unendlich benutzt, weil für das relativ kleine Plattenformat Objektive von nur kurzer Brennweite zur Verwendung gelangen, die bei nahen Objekten unnatürliche perspektivische Zeichnung verursachen.

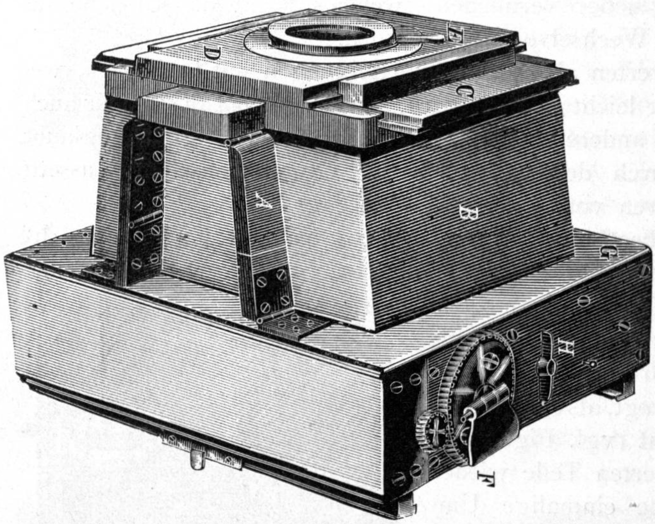


Fig. 68.

Format für Handkameras.

Als eigentlichen Reiseapparat möchte Verfasser eine 9×12 Kamera empfehlen. Wem die Bilder nicht grofs genug sind,

dem steht nichts entgegen, die Negative nachträglich zu vergröſsern. Der Gewinn eines gröſseren Originalnegativs wird durch das erheblich gröſsere Gewicht des Apparates und der Platten überreichlich wieder aufgehoben. Indessen giebt es auch manchen tüchtigen Photographen, der für die Reise das Format von 13×18 vorzieht. Was die Ausrüstung für die Reise und insbesondere auch für die überseeische Fahrt und die Tropen anbetrifft, so finden die Interessenten in dem kleinen Werke von A. Niemann »Die photographische Ausrüstung des Forschungsreisenden, Berlin 1896« eine erschöpfende und sachgemäſse Auskunft. Verfasser des vorliegenden Buches hat auf seinen Reisen, die allerdings nur Europa betreffen, stets eine Hesekielsche Spiegelreflexkamera mit Gœrzschen Doppelanastigmaten von 15 cm Brennweite mit sich geführt und hat weder über den Apparat, noch über seine Resultate je Grund zur Klage gehabt.

Die Aufstellung der gröſseren Apparate, event. auch der Handkameras für Zeitaufnahmen, geschieht auf einem **Stativ.** Die Stative für die Reiseapparate bestehen aus 3 in der Höhe verstellbaren Beinen, welche durch eine gemeinsame Platte, den Stativkopf, zusammengehalten werden. Die besten Stative sind diejenigen, welche einen festen, mit den Beinen verbundenen Stativkopf aus Holz (Fig. 69) oder Metall besitzen. Das Streben nach Leichtigkeit und geringem Volumen hat dazu geführt, die Stative so einzurichten, daſs die Beine und der Kopf auseinander zu nehmen sind; aber diese zusammensetzbaren Stative sind alle mehr oder weniger wackelig. Das Stativ.

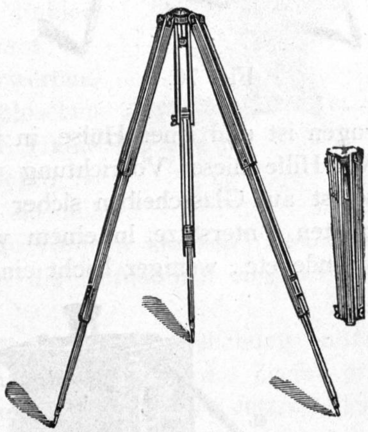


Fig. 69.

Man prüft ein Stativ auf seine Festigkeit, indem man die Beine vollständig auszieht, das Stativ ziemlich breitbeinig aufstellt, dann die Hand auf den Stativkopf legt und durch Hin- und Herbewegen, insbesondere auch durch Drehen um die senkrechte Axe feststellt, ob das Stativ wackelt oder nicht. Hält ein Stativ den Drehversuch nicht aus, so sehe man von seiner Anschaffung ab. Im allgemeinen ist ein Stativ um so besser, je kräftiger es gebaut ist. Für die Atelierkameras verwendet man schwere, tischähnliche Stative. Festigkeitsprobe.

Da nun die Beine des Stativs sehr beweglich sind, so kommt es leicht vor, daſs man durch Anstoſsen den ganzen Apparat um- Stativfeststeller.

BIBLIOTHECA REGIA

wirft. Das wird vermieden durch die sogenannten **Stativfeststeller** (Fig. 70), welche unterhalb des Stativkopfes zwischen die Beine eingeklemmt werden. Bei Aufnahmen auf sehr glattem Boden leisten die Untersätze von Hesekiel (Fig. 71) gute Dienste. Sie bestehen aus einer Fuſsplatte, welche mit rauhem, weichem Gummi über-

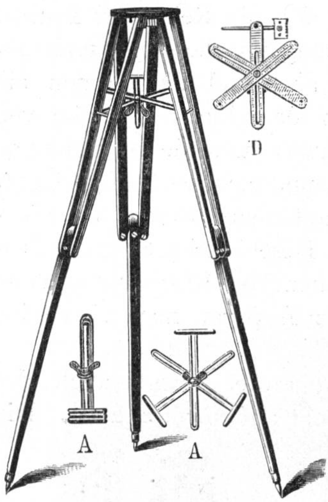


Fig. 70.

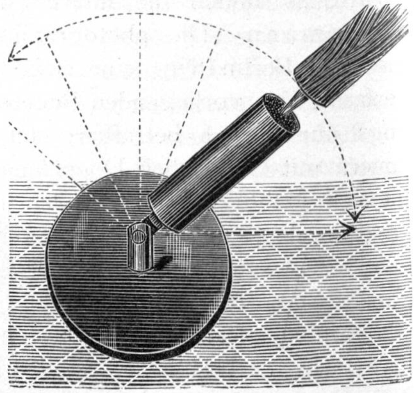


Fig. 71.

zogen ist und einer Hülse, in welche der Stativfuſs eingesetzt wird. Mit Hilfe dieser Vorrichtung wird ein Ausgleiten der Stativbeine selbst auf Glasscheiben sicher vermieden. Auſserdem sinken diese breiten Untersätze in einem weichen Grunde, z. B. am Meeresstrande etc., weniger leicht ein als die spitzen Stativfüſse.

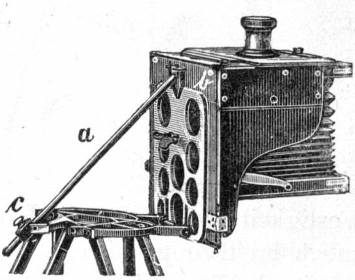


Fig. 72a.

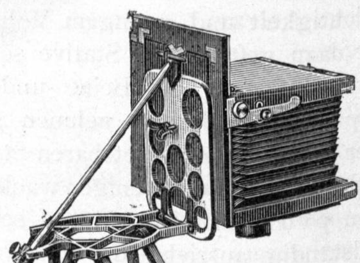


Fig. 72b.

Verstellbarer Stativkopf.

Als **Stativkopf** wird nun vorteilhaft für die Zwecke wissenschaftlicher Aufnahmen der in Fig. 72 abgebildete verwendet, welcher gestattet, wie aus der Figur ohne weiteres ersichtlich ist, die Kamera nicht nur horizontal, sondern auch in jeder beliebigen Richtung schräg nach unten und schräg nach oben bis zur Senkrechten zu benutzen. Auſser dem abgebildeten von Stegemann

hergestellten giebt es auch einfachere und billigere analoge Stativköpfe.

Um die Kamera horizontal zu stellen, empfiehlt es sich, in den Laufboden eine kleine **Dosenlibelle** einzulassen, welche das Nivellieren ungemein erleichtert. Dosenlibelle.

Schliesslich gehört zur Kamera noch ein schwarzes Tuch, ein sogenanntes **Einstelltuch**, welches zum Verhüllen des Kopfes während der scharfen Einstellung des Bildes auf der Mattscheibe und zum Schutze gegen zu intensive Bestrahlung der Kamera während der Exposition dient. Man verwendet am besten ein dichtes, leichtes schwarzes Tuch oder gefütterten Samt. Einstelltuch.

Zum Schutze der Kamera und der Kassette, der Objektive, der Verschlüsse etc. ist es ratsam, sich eine zweckentsprechende **Tasche** aus Segeltuch oder Leder herstellen zu lassen, um so namentlich auf Reisen äussere Schädlichkeiten abhalten zu können und den Transport zu erleichtern. Kameratasche.

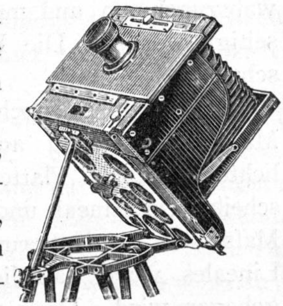


Fig. 72c.

Viele Reisende begehen den Fehler, ihre photographischen Apparate erst unmittelbar vor ihrer Abfahrt sich zu erwerben, ohne sich vorher mit dem photographischen Verfahren im allgemeinen und der Handhabung ihres Apparates im besonderen so vertraut gemacht zu haben, dass sie mit einiger Sicherheit auf gute Resultate rechnen können. Besonders störend wirkt dies Verhalten, wenn die Aufnahmen auch wissenschaftlichen Zwecken dienen sollen.

Jeder Apparat muss einer gründlichen Untersuchung unterworfen werden, ehe er in Gebrauch genommen wird. Zuerst gilt es, die a b s o l u t e L i c h t d i c h t i g k e i t d e r K a m e r a festzustellen. Zu dem Ende wird die Kamera möglichst weit ausgezogen, das Objektiv angeschraubt, der Deckel aufgesetzt, event. die Schiebeblende eingeschoben, die Mattscheibe zurückgeklappt und nun das Ganze gegen die hell scheinende Sonne gerichtet. Der Beobachter bringt seinen Kopf dicht an den hinteren Rahmen der Kamera und verhüllt ihn mit dem doppelt zusammengelegten Einstelltuch, wobei darauf zu achten ist, dass das schwarze Tuch nur den hinteren hölzernen Rahmen der Kamera und nicht Teile des elastischen Auszuges bedeckt. Nachdem man 1—2 Minuten sich an das Dunkel gewöhnt hat, kann man den leisesten Lichtschein, der an irgend einer Stelle in das Innere der Kamera eindringt, erkennen. Zu den hauptsächlichsten Fehlerquellen gehört der m a n g e l h a f t e Prüfung der Kamera.

Ansatz des Objektivs. Man hilft dem dadurch ab, daſs man zwischen Objektivring und das Objektivbrett eine Lage Tuch oder Leder bringt und den Ring mit dieser Zwischenlage fest aufschraubt. Besitzen die Objektive Einsteckblenden, so dringt in der Regel durch den Blendenschlitz neben der Blende her Licht in das Objektiv ein. Durch ein umgelegtes Gummiband wird ein sicheres Abschlieſsen leicht erreicht. Fernerhin kann der Kamerabalg fehlerhafte Stellen haben. Sie werden mit schwarzem Tuch verklebt. Hat man sich überzeugt, daſs die Kamera lichtdicht ist, so läſst man das Licht von hinten her in die Kamera einfallen und überzeugt sich, daſs nirgendwo blanke oder spiegelnde Flächen im Innern vorhanden sind. Sie sind vorzugsweise am Objektiv und seinen Blenden bei einigem Gebrauche durch Abscheuern des Lackes wahrzunehmen und müssen unbedingt mit schwarzem Mattlack beseitigt werden. Die Prüfung des Stativs wurde schon beschrieben.

Prüfung auf Kassettendifferenz.

Nun gilt es noch festzustellen, ob die vordere Fläche der Mattscheibe genau an derselben Stelle steht wie späterhin die lichtempfindliche Platte. Man legt über den Rahmen der Visierscheibe ein Lineal und miſst nun mit Hilfe eines sehr genauen Maſsstabes die Entfernung der Mattscheibe vom unteren Rande des Lineales, wobei natürlich zu vermeiden ist, daſs das letztere durchgebogen wird. Dann wird in die Kassette eine gewöhnliche Glasplatte eingelegt und auf dieselbe Weise ihre Entfernung von der äuſseren Fläche des Rahmens gemessen. Stellen sich Differenzen heraus, so ist die Kamera nicht sorgfältig gearbeitet und soll zurückgewiesen werden. Zu dieser Prüfung kann auch vorteilhaft das Seite 43 beschriebene und abgebildete Focimeter benutzt werden, wenn man sicher ist, ein von Focusdifferenz freies Objektiv zu besitzen. Um sie sicher auszuschlieſsen, dürfte es ratsam sein, die Probeaufnahme durch ein ca. 5 mm dickes Zettnowsches Grünfilter (S. 13) unter Benutzung orthochromatischer Platten zu machen. Erscheint eine andere als die eingestellte Nummer scharf, so ist Kassettendifferenz vorhanden.

Bei allen diesen Prüfungen sei man aber vorsichtig, und namentlich der Anfänger hüte sich, ein entscheidendes Urteil abzugeben, ehe er seiner Sache absolut sicher ist. Zur Kontrolle macht man nun folgenden Versuch: Die Kamera wird ebenfalls, wie schon beschrieben, gegen die Sonne gerichtet und nun an Stelle der Mattscheibe die Kassette gesetzt, welche mit einer lichtempfindlichen Platte beschickt ist. Man zieht dann den Kassettenschieber auf und läſst dann das Ganze etwa 2—3 Minuten ruhig

stehen. Bleibt beim Entwickeln die Platte nicht klar, sondern zeigt allgemeine Schleier oder gar schwarze Streifen und ähnliche Bildungen, so dürfte die Kamera nicht lichtdicht sein. Bei diesem Versuch stellt sich auch heraus, ob die Kassette an dem Teile, wo der Schieber herausgezogen wird, so dicht an dem Rahmen der Kamera anliegt, daſs kein Licht zwischen Kassettendeckel und Rahmen eindringen kann. Ist dies der Fall, so treten vom Rande der Platte nach der Mitte zu ziemlich intensive, kometenähnliche Streifen beim Entwickeln hervor. Um sicher zu sein, daſs die Schleier nicht durch Plattenfehler, schlechte Dunkelkammerbeleuchtung oder ungeschicktes Entwickeln entstehen, empfiehlt es sich, zur Kontrolle eine unbenutzte Platte aus derselben Schachtel gleichzeitig mit der Versuchsplatte zu entwickeln.

Auf Reisen vermeide man bei Momentkameras nach Möglichkeit die komplizierten Wechselkassetten und nehme stets eine gröſsere Anzahl gewöhnlicher Doppelkassetten mit. Doppelkasseten für die Reise.

Es kommt leider nicht selten vor, daſs die Kassetten selbst nicht lichtdicht sind oder undicht werden. Man versucht das, indem man eine empfindliche Platte einlegt und die Kassette längere Zeit, etwa 1/4 Stunde, kräftigem zerstreuten Tageslicht aussetzt. Nach dem Entwickeln müssen die Platten klar bleiben. Sind sie nicht lichtdicht, müssen sie zurückgewiesen werden. Neue Kassetten führen oft dazu, daſs Platten, welche in ihnen längere Zeit aufbewahrt werden, schleiern. Man lasse daher neue Kassetten mehrere Tage lang offen liegen, damit der Lack gut trocknen und ausdünsten kann. Nicht selten geben auch die Wachstuchstreifen, welche im Deckel der Kassetten da, wo er umgebogen wird, eingelegt sind, Veranlassung zu Streifenbildungen auf den Platten. Sie rühren entweder von Undichtigkeit, oder von noch nicht ganz aufgeklärten Einflüssen des Materials selber her. Die Undichtigkeit wird sich bei der Exposition der Kassette bei Tageslicht zeigen. Die durch das Material selber bedingten Schädlichkeiten treten natürlich auch auf, wenn die Kassette nie dem Tageslicht ausgesetzt wurde. Bei längerem Gebrauche schwinden diese Materialeinflüsse von selber. Prüfung der Kassetten. Neue Kassetten.

Bei neuen Kassetten vermeide man daher unter allen Umständen, die Platten länger als höchstens einen halben Tag darin liegen zu lassen, wenn man sich den schädigenden Einflüssen des Materials entziehen will. Übrigens mögen die, welche der Ruhm Röntgens nicht schlafen läſst, sich dieser gröſstenteils nicht völlig geklärten Verhältnisse annehmen, vielleicht entdecken sie noch andere wundersame Strahlen!

Belichtete Kassetten.

Ehe man die Kassetten benutzt, müssen sie mindestens 24 Stunden geschlossen gewesen sein, weil die Platten, falls das Tageslicht auf die innere Seite der Kassette gewirkt hat, leicht schleiern. Aus demselben Grunde tritt mitunter bei Benutzung der Blechkassetten, wie sie in den Magazinkameras und den meisten Wechselkassetten gebraucht werden, eine Abbildung der Zahl auf, die auf die Rückwand der vorliegenden Platte aufgemalt ist. Diese Zahlen werden zur Unterscheidung der Kassetten mit einem hellen Farbstoff aufgemalt, damit sie durch eine rote Scheibe hindurch deutlich von aufsen gesehen werden können. Sind diese Zahlen längere Zeit vom Tageslicht bestrahlt gewesen, so vermögen sie den angedeuteten Übelstand herbeizuführen.

Pflege der Kamera.

Wenn die Kamera lange brauchbar erhalten werden soll, bedarf sie einer gewissen Wartung und Pflege. Vor allen Dingen soll sie nicht zu grofsen, plötzlichen Schwankungen der Temperatur und des Feuchtigkeitsgehaltes der sie umgebenden Luft ausgesetzt werden, weil sonst selbst gut getrocknetes und geöltes Holz rissig wird oder sich verzieht. Das Innere der Kamera soll staubfrei sein, damit nicht durch den vor und während der Exposition aufgewirbelten Staub eine Schleierbildung durch diffuses Licht eintritt. Man versäume nicht, von Zeit zu Zeit die beschriebenen Proben gelegentlich wieder einmal vorzunehmen, um sich von der tadellosen Beschaffenheit seiner Apparate von neuem zu überzeugen.

Momentverschlüsse.

Schliefslich gehört zur vollständigen Ausrüstung des Aufnahmeapparates noch ein **Momentverschlufs.** Der jedem Objektiv beigegebene **Deckel** mufs zwar lichtdicht anschliefsen, aber doch leicht abzunehmen sein, um bei der Belichtung keine Erschütterung der ganzen Kamera zu verursachen. Er reicht aus für alle Belichtungszeiten bis etwa $^1/_2$ Sekunde. Für kürzere Expositionen bedarf man eines Momentverschlusses. Deren giebt es eine grofse Anzahl verschiedener Konstruktionen, die hier ebensowenig besprochen werden können wie alle Objektiv-, Kamerakonstruktionen etc. Ein wirklich guter Momentverschlufs soll alle Teile der Platte gleichlange belichten. Das thun in vollkommener Weise die unmittelbar vor der Platte angebrachten Rouleaux-Schlitzverschlüsse, die durch Anschütz eingeführt sind, Fig. 73. Das Rouleau ist aus un-

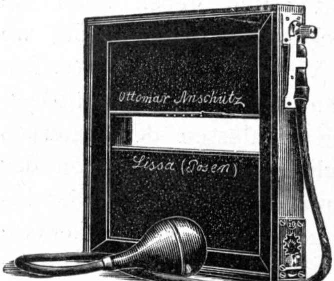


Fig. 73.

durchsichtigem, schmiegsamem Stoff hergestellt und enthält zwei Ausschnitte, einen von der Gröſse des betreffenden Plattenformates und einen von wenigen Centimetern Breite. Dieser schmale Schlitz ist bei den Anschützverschlüssen enger oder weiter zu stellen, um die Belichtungszeit zu variieren. Viele ziehen es vor, die Schnelligkeit dadurch zu regeln, daſs die Feder, welche die Triebkraft für das Rouleau abgiebt, stärker gespannt wird. Dieser Verschluſs ist an allen neueren und besseren Momentapparaten angebracht und kann auch dem Rahmen der Visierscheibe bei Stativapparaten angepaſst werden. Allerdings wird es nicht ratsam sein, ihn für gröſsere Formate als 13 : 18 anzuwenden, da anderenfalls wegen des weiten Weges, den der Schlitz zurücklegen muſs, die Schnelligkeit nicht mehr für alle Aufnahmen ausreicht. In diesen Fällen ist es besser, einen ähnlichen Verschluſs vor oder hinter dem Objektiv anzubringen. Dazu eignet sich vorzugsweise der Thornton-Pickard-Verschluſs (Fig. 74), der sowohl für Zeit- wie für Momentaufnahmen zu brauchen ist. Die Regulierung der Schnelligkeit geschieht durch mehr oder weniger starke Spannung der Triebfeder. Bei der Anpassung achte man darauf, daſs die hintere Öffnung so groſs ist, daſs sie von dem durchtretenden Strahlenkegel des Objektives nichts abschneidet. Der Verschluſs kann auch vor dem Objektiv angebracht werden. Er wird vielfach nachgeahmt, aber soweit die Erfahrungen des Verfassers reichen, sind die Nachahmungen minderwertig. Weniger gleichmäſsig belichten die zwischen den Blenden angebrachten Sektoren und Irisverschlüsse, weil sie sich von der Mitte aus öffnen und so die an sich schon lichtschwächeren Ränder kürzer als die Mitte belichten. Auſserdem haben sie den Nachteil, daſs sie immer nur für ein bestimmtes Objektiv passen, und daſs dessen Fassung für den Verschluſs besonders eingerichtet werden muſs. Wirklich empfehlenswert erscheinen sie nur bei der Anwendung der Teleobjektive. Sie werden von Steinheil, Voigt-

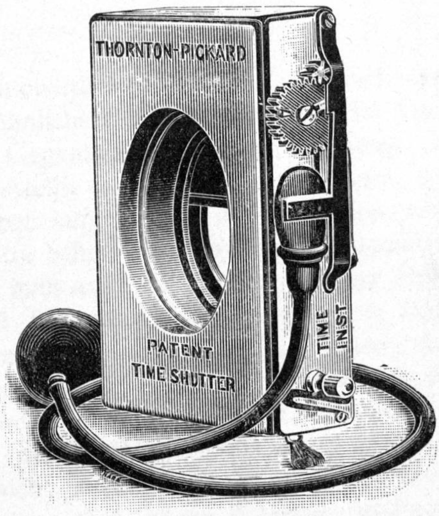


Fig. 74.

länder, Goerz, Zeiſs u. a. hergestellt und sind mechanisch vorzüglich gearbeitet. Der Preis ist mindestens der doppelte der vorerwähnten, universeller brauchbaren Rouleauxverschlüsse. Die Auslösung erfolgt fast bei allen Verschlüssen pneumatisch.

Einer der besprochenen Verschlüsse dürfte allen Anforderungen genügen. Es giebt deren noch eine groſse Anzahl in den verschiedensten Preislagen, so daſs allen Bedürfnissen Rechnung getragen ist.

KAPITEL III.

DIE AUFNAHME.

Eine Aufnahme zu wissenschaftlichen Zwecken unterscheidet sich in nichts von einer gewöhnlichen. Zuerst hat stets die Vorbereitung des aufzunehmenden Gegenstandes für die Aufnahme zu erfolgen, dann wird scharf eingestellt, das Objektiv verschlossen, die Kassette eingesetzt, ihr Schieber aufgezogen, die Exposition vorgenommen und endlich die Platte behufs Hervorrufung des latenten Bildes weiter behandelt. Mag man auf, unter oder über der Erde photographieren, mag man bei Tag oder bei Nacht arbeiten, mag man makroskopische oder mikroskopische Dinge abbilden, die photographische Technik als solche ist immer die gleiche. Es ist lediglich der mit einer Aufnahme verbundene Zweck, welcher ihr ein charakteristisches Gepräge giebt. Wer einen Menschen photographiert, um Geld zu verdienen, ist ein Fachphotograph, wer es zu seinem oder anderer Vergnügen thut, ist ein Amateur-, und wer ihn zu Studien-, Lehrzwecken und dergl. abbildet, ist ein »wissenschaftlicher« Photograph. Was von Personen gilt, gilt von Landschaften, Architekturen, Reproduktionen u. s. w. u. s. w. Der neueste photographische Specialist ist der »künstlerische« Photograph. Mag der Name, den ein jeder sich giebt, ein noch so imposant klingender und unlogischer sein, Photograph, d. h. photographischer Techniker, ist er wie alle anderen, oder sollte es wenigstens sein. Daher lerne man zuerst photographieren, und dann verwende man seine Kenntnisse und Fertigkeiten auf Specialgebieten. Wer mit der Technik im allgemeinen vertraut ist, kann sich mit Leichtigkeit auf den verschiedensten Gebieten zurecht finden, während ein einseitiger Specialist in den seltensten Fällen ein tüchtiger Photograph wird. Jedes Bild soll technisch so voll-

Einheit der Photographie.

kommen sein, als irgend möglich, ob es nun zum Verkauf, zum Geschenk, als Schmuck, oder als Lehr- und Beweismittel dienen soll. Daher kann von einer künstlerischen, wissenschaftlichen und sonstigen Photographie keine Rede sein, sondern nur von einer einfachen, schlichten, jedes schmückenden Beiwortes entbehrenden »Photographie«. Alles übrige ist nur die Verwendung der Photographie zu künstlerischen, wissenschaftlichen und dergl. Zwecken. Der neueste Unsinn in der Bezeichnung photographischer Gebiete ist die »lebende« Photographie. Wer spricht wohl von einer toten?

Abhängigkeit d. Expositionszeit,

Bei jeder Aufnahme ist eine der wichtigsten Fragen die, wie lange mufs belichtet werden? Die **Expositionszeit** ist abhängig von dem Objektiv, der Entfernung und Farbe des Objektes, der Intensität des Lichtes, der Empfindlichkeit der Platten u. s. w.

a) vom Objektiv,

Was zunächst das Objektiv betrifft, so ist die Expositionszeit umgekehrt proportional der Helligkeit des Objektives, welche, wie wir bereits erfahren haben, durch das Verhältnis $\left(\frac{D}{f}\right)^2$ gegeben ist. Demnach ist die Expositionszeit $t = \frac{f^2}{D^2}$ Man kann diesen Satz auch so aussprechen: Die Belichtungszeit ist direkt proportional dem Quadrate der Brennweite und umgekehrt proportional dem Quadrate des Linsen- bezw. Blendendurchmessers. Hätten wir z. B. ein Objektiv von 14 cm Brennweite und einer Öffnung von 2, 1,5, 1, 0,5 cm Durchmesser, so würden die Expositionszeiten in dem Verhältnis stehen:

$$t : t_1 : t_2 : t_3 = \left(\frac{1}{2}\right)^2 : \left(\frac{1}{1,5}\right)^2 : \left(\frac{1}{1}\right)^2 : \left(\frac{1}{0,5}\right)^2 = \frac{1}{4} : \frac{1}{2,25} : \frac{1}{1} : \frac{1}{0,25} =$$
$$1 : 1,8 : 4 : 16.$$

Beträgt die Öffnung die Hälfte, so mufs 4 mal, beträgt sie ein Viertel, so mufs 16 mal so lange belichtet werden als bei voller Öffnung. Haben wir Objektive von gleichgrofser Öffnung, aber mit den Brennweiten 12, 14, 16, 18 cm, so verhalten sich die nötigen Expositionszeiten

$$t : t_1 : t_2 : t_3 = 12^2 : 14^2 : 16^2 : 18^2 = 1 : 1,36 : 1,77 : 2,25.$$

b) von der Art des Gegenstandes,

Allerdings sind das alles Relativzahlen und geben nur dann einen brauchbaren Anhalt für die Bemessung der Expositionszeiten, wenn man weifs, wie lange bei einer ganz bestimmten Öffnung und Brennweite belichtet werden mufs. Das hängt aber wieder zum grofsen Teil von den anderen oben angeführten Momenten ab. Auch dafür giebt es eine Reihe von Anhaltspunkten, die aber alle zusammen nicht die Erfahrung durch lange Übung er-

setzen können. Man hat eine Reihe von **Expositionsmessern** konstruiert, die alle umständlich und mehr oder weniger unsicher und daher entbehrlich sind. Brauchbare Anhaltspunkte giebt die von Burton aufgestellte Tabelle:

Blenden-durchmesser in Teilen d. Brennweiten	See u. Himmel	Offene Landschaft	Landschaft mit viel Laub im Vordergrunde		Unter Bäumen bis:		Helle Interieurs		Dunkle Interieurs		Porträts im hellen diffusen Lichte im Freien	Porträts bei gutem Atelierlicht		Porträts im Zimmer	
	Sek.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Std.	Min.	Sek.	Min.	Sek.	Min.	Sek.
f/4	1/600	1/50	—	1/8	—	10	—	10	—	2	1/6	—	1	—	4
f/5,657	1/80	1/25	—	1/4	—	20	—	20	—	4	1/3	—	2	—	8
f/8	1/40	1/12	—	1/2	—	40	—	40	—	8	2/3	—	4	—	16
f/11,314	1/20	1/6	—	1	1	20	1	20	—	16	1 1/3	—	8	—	32
f/16	1/10	1/3	—	2	2	40	2	40	—	32	2 2/3	—	16	1	4
f/22,627	1/5	2/3	—	4	5	20	5	20	1	4	5 1/3	—	32	2	8
f/32	2/5	1 1/3	—	8	10	40	10	40	2	8	10 1/2	1	4	4	15
f/45,255	4/5	2 2/3	—	16	21	—	21	—	4	15	21	2	8	8	30
f/64	1 1/2	5 1/2	—	32	42	—	42	—	8	30	42	4	16	17	—

Die vorstehende Tabelle ist berechnet unter Zugrundelegung einer hellen, guten Beleuchtung um die Mittagszeit während des Sommers und der Verwendung einer normalempfindlichen Gelatinetrockenplatte. Bei hochempfindlichen Platten genügt die Hälfte der angegebenen Zeit. Bei trübem Wetter muſs 2—4mal länger exponiert werden. Daſs auch zu den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten die Helligkeit des Lichtes und demgemäſs die Expositionszeit wechselt, ist schon im ersten Kapitel erörtert. Relative Beziehungen der verschiedenen Helligkeitseinflüsse zu den Expositionszeiten enthält die nachstehende, von Dorval stammende Tabelle:

Gegenstand	Sonne		Zerstreutes Licht		Trübes Wetter
	Tagsüber	Morgens u. abends	Tagsüber	Morgens u. abends	
1. Weite, offene Landschaft ohne Vordergrund	1	2	2	4	6
2. Wie 1, mit viel Laub	2	4	4	8	12
3. Wie 1, mit Vordergrund und hellen Gebäuden	2	4	4	8	12
4. Landschaft mit Vordergrund und dunklen Gebäuden . .	3	6	6	12	18
5. Waldpartien, beschattete Fluſsufer	10	20	25	40	60
6. Lebende Objekte, Porträts, Gruppen im Freien . . .	4	8	12	24	40
7. Wie 6, aber im Zimmer, nahe dem Fenster oder unter einem Dache	8	16	24	48	80
8. Reproduktionen in gleicher Gröſse u. s. w.	6	12	12	24	50

Tagsüber gilt im Sommer von 9—4 Uhr, im Winter von 11—2 Uhr.

e) der Bewegung (Momentaufnahmen),

Bei allen Aufnahmen ruhender Objekte wird die Expositionszeit nach den angewandten Hilfsmitteln gewählt, während bei bewegten Gegenständen gerade das Umgekehrte der Fall ist. Hier ist eine bestimmte Expositionszeit erforderlich, um ein scharfes Bild zu erhalten, und dem entsprechend müssen die Hilfsmittel gewählt werden. Nachfolgende Tabelle giebt einige Geschwindigkeiten an, mit der sich verschiedene Gegenstände bewegen:

Bezeichnung des Gegenstandes	Geschwindigkeit in m während einer Sekunde
Gehender Mann, 4 Kilometer in der Stunde	1,11
Gehender Mann, 6 Kilometer in der Stunde	1,66
Laufender Mann	5,77
Trabendes Pferd	3,9
Pferdebahn	3,0
Schiff, 9 Knoten	4,63
Schiff, 12 Knoten	6,17
Große Woge	6,81
Pferd in mäſsigem Galopp	8,0
Schiff, 17 Knoten	8,75
Torpedoboot, 20 Knoten	10,80
Trabendes Rennpferd	12,0
Galoppierendes Rennpferd	15,0
Schnellzug von 60 Kilometer in der Stunde	16,67
Flug einer Brieftaube	18,0
Meereswoge bei Sturm	21,85
Schnellster Expreſszug	26,81
Schnellster Vogelflug	88,90
Kanonenkugel	600,0

Die Expositionszeit schwankt, je nachdem sich der Gegenstand senkrecht zur Axe des Objektivs oder schräg zu ihr bewegt. Sie muſs am kürzesten sein, wenn er sich senkrecht zur Axe fortbewegt, und deshalb wird man, wenn es irgend möglich ist, lieber die Aufstellung so wählen, daſs er schräg, etwa unter einem Winkel von 45 Grad oder mehr, gegen die Axe vorüberzieht. Ferner muſs die Belichtungszeit um so kürzer sein, je näher das Objekt sich dem Objektiv befindet, je gröſser also sein Bild und damit die scheinbare Bewegung auf der Mattscheibe wird. Darüber giebt gegenüberstehende Tabelle nähere Auskunft:

In dieser Tabelle sind direkt nur Expositionszeiten bis zu $^1/_{100}$ Sekunde berücksichtigt, kürzere lassen sich noch zum Teil ableiten, kommen aber nur selten in der Praxis des täglichen Lebens vor und sind auch mit den meisten Momentverschlüssen nur ausnahms-

Entfernung des Objektes in Vielfachen der Brennweite des Objektivs, $f = 1$.	Geschwindigkeit des Objektes in Metern.																				
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,5	5,5	6,5	7,5	8,5	9,5
50	0,05	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
100	0,1	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
200	0,2	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
300	0,3	0,15	0,01	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
400	0,4	0,20	0,13	0,10	0,08	0,06	0,05	0,05	0,04	0,04	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
500	0,5	0,25	0,16	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
600	0,6	0,30	0,20	0,15	0,12	0,10	0,08	0,07	0,06	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
700	0,7	0,35	0,23	0,17	0,14	0,11	0,10	0,08	0,07	0,07	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
800	0,8	0,40	0,26	0,20	0,16	0,13	0,11	0,10	0,08	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00
900	0,9	0,45	0,30	0,22	0,18	0,15	0,12	0,11	0,10	0,09	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00
1000	1,0	0,50	0,33	0,25	0,20	0,16	0,14	0,12	0,11	0,10	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
1100	1,1	0,55	0,37	0,27	0,22	0,18	0,15	0,13	0,12	0,11	0,07	0,05	0,04	0,03	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1200	1,2	0,60	0,40	0,30	0,24	0,20	0,17	0,15	0,13	0,12	0,08	0,06	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01
1300	1,3	0,65	0,43	0,32	0,26	0,21	0,18	0,16	0,14	0,13	0,08	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1400	1,4	0,70	0,47	0,35	0,28	0,23	0,20	0,17	0,15	0,14	0,09	0,07	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02	0,02	0,01	0,01	0,01
1500	1,5	0,75	0,50	0,37	0,30	0,25	0,21	0,18	0,16	0,15	0,10	0,07	0,06	0,05	0,04	0,03	0,02	0,02	0,02	0,01	0,01

weise zu erreichen. Den Gebrauch mag ein Beispiel erläutern. Es soll mit einem Objektiv von 15 cm Brennweite ein trabendes Pferd aufgenommen werden. Es legt, wie aus der Tabelle für die verschiedenen Geschwindigkeiten auf Seite 108 hervorgeht, in der Sekunde ca. 4 m zurück. Die Geschwindigkeit von 4 m ist nicht unmittelbar in der Tabelle angegeben, wohl aber die zehnmal kleinere von 0,4 m. Wir haben also die in dieser Kolumne sich findenden Werte nur mit 10 zu multiplizieren, d. h. das Komma um eine Stelle weiter nach links zu rücken. Gehen wir in der mit 0,4 überschriebenen Spalte nach abwärts, so finden wir die Expositionszeit 0,001. Verfolgen wir die Reihe wagerecht bis zur ersten senkrechten Kolumne, so ersehen wir, daſs das Objekt 50 mal den Betrag der Brennweite entfernt sein muſs, im vorliegenden Falle also 50 × 15 cm oder 7,5 m, wenn es scharf erscheinen soll. Entsprechend finden wir bei 0,002 oder 1/500 Sek. eine nötige Entfernung von 15 m, bei 0,005 oder 1/200 Sek. eine Entfernung von 30 m bei 0,01 Sek. eine Entfernung von 60 m, u. s. w.

Einige namentlich für den Anfänger bestimmte Angaben über die Expositionsdauer sind die folgenden:

Lachende Kinder, lebende Bilder u. s. w. . .	1/5	bis	1	Sek.	
Dressierte Tiere	1/2	-	1/10	-	
Straſsenscenen vom Fenster aus, je nach Gröſse der Figuren	1/20	-	1/50	-	
Weidendes Vieh auf offener Landschaft . .	1/20	-	1/30	-	
Fahrende Schiffe in 500—1000 m Entfernung	1/20	-	1/30	-	
Desgl., aber in gröſserer Nähe, je nach Gröſse des Bildes	1/50	-	1/150	-	
Tiere, welche 3—5 cm groſs im Bilde erscheinen sollen und quer zur Mattscheibe in langsamer Bewegung sind	1/50	-	1/100	-	
Springende und trabende Pferde, laufende Menschen u. s. w.	1/100	-	1/1000	-	

Bei Momentaufnahmen muſs man möglichst groſse relative Öffnungen wählen, wenn die Bilder noch genügend ausexponiert werden sollen, und muſs deshalb häufig auf gröſsere Tiefe des Focus verzichten. Daraus folgt die Regel, daſs man, soweit es möglich ist, sehr kurze Expositionen, wie von springenden Menschen u. s. w., vor einem gleichmäſsigen Hintergrunde vornimmt, dessen Unschärfe nicht zu auffällig für das Auge wirkt. Für Expositionen von Straſsenscenen und dergl. bis zu 1/200 Sek. genügen bei gutem Lichte, insbesondere bei Sonne, relative Öffnungen bis zu 1/10. Bei Expositionen von 1/15 bis 1/50 Sek. kommt

man noch mit $f/_{20}$ aus, bei bedecktem Himmel müssen gröſsere Öffnungen gewählt werden.

Eine gute Momentaufnahme muſs ebenso ausexponiert sein, wie irgend eine Daueraufnahme und darf sich technisch in nichts von einer solchen unterscheiden. Nur bei den ganz kurzen Expositionen, die wohl nur zu irgend einem besonderen Studienzweck gemacht werden, muſs man zufrieden sein mit der leisesten Andeutung des Bildes. Es ist in den meisten Fällen viel vorteilhafter, die Originalaufnahme in gröſserer Entfernung bei relativ langer Expositionszeit zu machen, und das naturgemäſs kleine Original nachträglich zu vergröſsern, als ein zwar gröſseres, aber dafür technisch sehr viel schlechteres Originalbild bei allzu kurzer Exposition herzustellen.

f) Einfluſs der Farbe.

Der **Einfluſs der Farbe** des Originals ist leicht verständlich, weil, wie wir bereits in Kapitel 1 erfahren haben, die photographische Schicht für die verschiedenen Farben nicht die gleiche Empfindlichkeit hat. Ein Beispiel dafür findet sich schon in den angeführten Tabellen, aus denen hervorgeht, daſs Landschaften mit viel Laub, namentlich im Vordergrunde, länger belichtet werden müssen wie solche, bei denen etwa ein Wasserspiegel und dergl. sich im Vordergrunde befindet. Besondere Beachtung erfordert der Einfluſs der Farbe bei Reproduktionen von Gemälden und Zeichnungen. Alle roten, braunen, gelben und grünen Farben benötigen längere Expositionen als die blauen Farben, und es ist selbst bei Benutzung von farbenempfindlichen Platten mitunter recht schwer, bei groſsen Farbenkontrasten eine gleichmäſsige Durcharbeitung aller Töne zu erreichen. In solchen Fällen ist neben der Verwendung der orthochromatischen Platten unbedingt die Einschaltung einer guten Gelbscheibe oder noch besser eines zweckentsprechend konzentrierten gelben Flüssigkeitsfilters vor dem Objektiv nötig. Die Expositionszeiten erhöhen sich unter solchen Umständen um das Drei- bis Fünffache gegenüber den sonst üblichen. Besondere Vorsicht in der Bemessung der Expositionszeit sei denen empfohlen, die häufiger in die Lage kommen, anthropologische Aufnahmen ausländischer Volkstypen zu machen, deren Hautfarbe von leichtem Gelb bis zu fast reinem Schwarz variiert. Auch krankhafte Veränderungen, wie Gelbsucht, Bronzekrankheit u. s. w., können bei Vertretern der weiſsen Rasse eine Verlängerung der Belichtung bedingen.

Aufnahme von Personen.

Zu Aufnahmen von **lebenden Personen** und von **Teilen des menschlichen Körpers** wird die Photographie häufig benutzt im Dienste der Wissenschaft. Bei allen derartigen Aufnahmen ist das oberste Gesetz, dem alles übrige untergeordnet werden muſs,

klare und deutliche Abbildung derjenigen Teile, auf die es im vorliegenden Falle ankommt. Künstlerische und ästhetische Rücksichten können nur in ganz untergeordneter Weise genommen werden.

Typenbilder, a) Zweck.

Die gewöhnliche Porträtaufnahme spielt hierbei eine relativ geringe Rolle. Es giebt aber eine Form, unter der die Porträts einen besonderen Wert haben, das sind die sogenannten **Typenaufnahmen.** Diese Aufnahmen dienen vorzugsweise anthropologischen Zwecken und sollen das ergänzen, was keine, auch die genaueste Kopf- und Schädelmessung zu geben vermag, den Gesamteindruck, die Gesichtszüge. Es können 2 Köpfe in ihren Maſsen absolut übereinstimmen, und dennoch können die Träger so grundverschieden aussehen, daſs auch nicht die leiseste »Ähnlichkeit« zwischen ihnen besteht. Aus einem Schädelmaſs kann man natürlich ebenfalls keinen Anhaltspunkt hernehmen für das, was der Photograph die Ähnlichkeit nennt. Wollte man z. B. aus einem vorhandenen Schädel und einem vorhandenen Bilde ermitteln, ob beides ein und derselben Person angehört, so wäre mit einer absoluten Übereinstimmung der verschiedenen Maſse, wofern die Messung auf dem Bilde durchführbar wäre, noch kein Beweis für die Identität erbracht.

Identifizierung durch Maſs u. Bild.

Daſs derartige Fälle vorkommen, möge das folgende Beispiel zeigen. In Fig. 75 ist eine Reproduktion eines der bekannten Mumienporträts, dessen Original sich im Berliner Museum befindet, wiedergegeben. Nun war späterhin auch der Kopf der abgebildeten Mumie ans Tageslicht gebracht, und damit die gewiſs interessante und viel diskutierte Frage aufs neue nahegelegt, ob die alten Maler ihre Vorbilder porträtähnlich dargestellt haben oder nicht. Die von keinem Geringeren als Rudolf Virchow vorgenommenen Messungen ergaben eine gute Übereinstimmung einiger Gesichtsmaſse, jedoch war die vergleichende Messung an Bild und Kopf zu unsicher, weil die Bestimmung der Kardinalpunkte auf dem ebenen Papier groſse Schwierigkeiten bereitete. Um besser vergleichen zu können, wurde daher die in Fig. 76 wiedergegebene Aufnahme des Mumienkopfes in genau gleicher Gröſse gemacht wie die entsprechende Aufnahme des Bildes (Fig. 75). Um zwei Gegenstände in gleichem Gröſsenverhältnisse abzubilden, darf an der Einstellung der Mattscheibe nichts geändert werden, sondern der zweite Gegenstand muſs so aufgestellt sein, daſs er auf der unverändert gelassenen Mattscheibe wiederum scharf erscheint. Es ist dies einer der wenigen Fälle, wo nicht mit der Kamera, sondern gleichsam mit dem Gegenstand selber eingestellt wird. Die Notwendigkeit dieses Vorgehens ergiebt sich

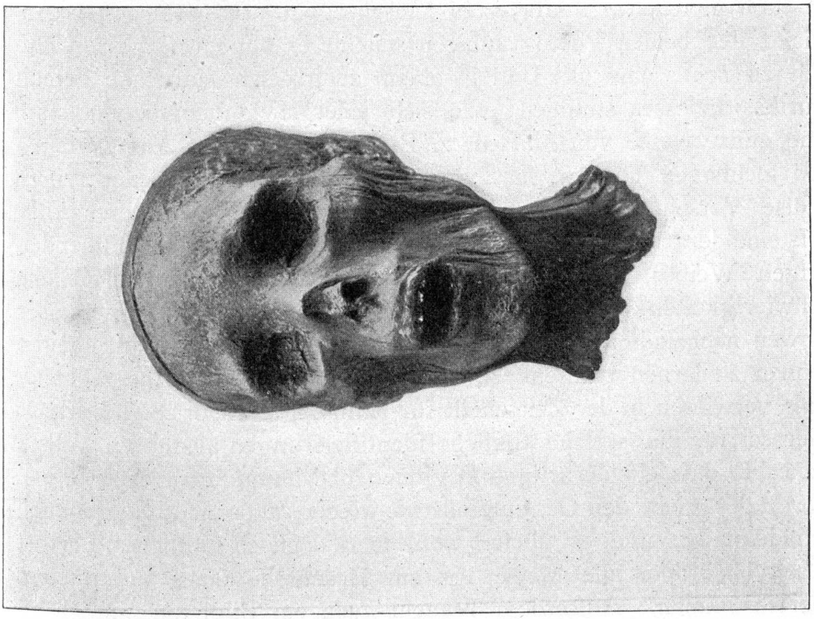


Fig. 75.



Fig. 76.

aus den in Kapitel 2 erörterten Linsenregeln. Bei dem ersten Anblicke der beiden Photographieen scheint es ohne weiteres ersichtlich zu sein, dafs das Bild in einem zu grofsen Mafsstabe gemalt wurde. Indessen stimmen, wie sich jeder leicht überzeugen kann, eine ganze Reihe von Mafsen, z. B. die Distanz der Augenwinkel, der Jochbogen u. s. w. fast genau überein, andere wieder zeigen grofse Verschiedenheiten. Es ist nun wohl ohne weiteres klar, dafs eine derartige Vergleichung zwischen dem Bilde eines blühenden jungen Weibes und ihren vertrockneten Resten ganz erhebliche Schwierigkeiten bietet, zumal die Stellung mit dem Mumienkopfe schwer nachzuahmen ist. Wer die sehr interessanten Einzelheiten kennen zu lernen wünscht, sei auf Virchow's ausführliche Abhandlung verwiesen in der Zeitschrift für Ethnologie 1896, 28. Jahrgang. Hier sei für die, welche ähnliche Identifizierungen ausführen wollen, bemerkt, dafs ein derartiges Beginnen überhaupt unzuverlässig ist. Der Maler giebt den Gesamteindruck wieder, aber nicht die genauen Schädelmafse, und es dürfte wohl kein noch so ähnliches Porträt geben, bei dem alle Mafse bis auf Bruchteile eines Centimeters übereinstimmen. Aufserdem braucht auch ein Bild, um ähnlich zu sein, nicht die natürliche Gröfse des Modells zu haben. Es werden dann künstliche Reduktionen nötig, die ihrerseits manche Fehlerquellen einschliefsen. Durch das angeführte Beispiel veranlafst, hat Verfasser einige als hervorragend ähnlich allgemein anerkannte Porträts in ähnlicher Weise mit dem lebenden Original verglichen und dabei recht erhebliche Differenzen verschiedener Mafse gefunden, während andere bis auf den Millimeter übereinstimmten. Namentlich scheint es die Entfernung der Augenwinkel und markanter der der knöchernen Unterlage des Schädels entsprechenden Vorsprünge zu sein, welche die Maler mit der gröfsten Genauigkeit einzuhalten verstehen, während bei den Weichteilen gröfsere Differenzen vorkommen, die wohl ihren Grund nicht selten in der menschlichen Eitelkeit haben. Etwas ganz Analoges besteht für die Bildhauerei, wenn hier auch die Mafse genauer einzuhalten sind.

Selbst eine richtig ausgeführte Typenaufnahme hat für anthropometrische Zwecke keinen grofsen Wert, weil es kein einigermafsen zuverlässiges und einfaches Mittel giebt, die wahren Gröfsenmafse aus einem Bilde herzuleiten. Versucht man dennoch, aus dem Bilde unter Berücksichtigung aller einschlägigen Daten die Mafse abzuleiten, so kommt man zu ziemlich erheblichen Fehlern, Fehler welche die Messungsdifferenzen beim Original um das 10—20fache übertreffen.

Zu einer **Typenaufnahme** gehören zwei verschiedene Ansichten desselben Individuums, die eine voll von vorn, die andere rein im Profil. Um unter sich vergleichbare Aufnahmen zu erhalten, haben sich die Anthropologen dahin geeinigt, ihre Aufnahmen und Messungen bei einer ganz bestimmten Stellung des Kopfes vorzunehmen. Als die normale Horizontalebene gilt dabei am Schädel die, welche durch den oberen Rand des äufseren Gehörganges und den unteren Rand der Augenhöhlen gelegt wird. Um diese »Frankfurter oder deutsche« Horizontale genau einzuhalten, verfährt man bei der Aufnahme folgendermafsen: Die Mattscheibe erhält zwei senkrecht zu einander stehende Bleistiftstriche, die sich im Mittelpunkte der ersteren schneiden. Nun wird die Person so gesetzt, dafs auf der horizontalen Linie der obere Rand des äufseren Gehörganges und der untere Rand der Augenhöhlen liegt. Es sei bemerkt, dafs es sich um die Ränder des knöchernen Schädels handelt. Der obere Rand der äufseren Ohröffnung entspricht ziemlich genau dem knöchernen Rande des Gehörganges, aber nicht etwa das untere Augenlid dem Orbitalrande. Man stellt den unteren knöchernen Augenhöhlenrand an seinem tiefsten Punkte durch das Gefühl fest und bezeichnet ihn durch eine kleine Marke auf dem abzubildenden Gesicht. Die vertikale Ebene teilt den Kopf in annähernd gleiche Hälften, bei der Profilaufnahme geht sie gewöhnlich über die Wange in 1—2 cm vor dem Ohr, bei der Aufnahme en face durch die Mitte der Stirn und über den Nasenrücken. Man beginnt am einfachsten mit der Profilaufnahme, bei der die Festlegung der Horizontalen relativ leicht ist. Scharf eingestellt wird auf die Profillinie. Ist diese Aufnahme gemacht, so soll die nun folgende Vorderansicht dieselbe mittlere Gröfse haben. Man ändert an der Einstellung der Mattscheibe nichts, sondern rückt die Person um etwa 2 cm weiter nach vorn. Dann mufs auf die Augen scharf eingestellt sein. Steht der Kopf zu beiden Normalen richtig, so ist von beiden Ohren gleich viel zu sehen, vorausgesetzt, dafs sie nicht allzu unsymmetrisch gebildet sind. In umstehender Typenaufnahme eines Negers (Fig. 77 und 78) ist die Horizontale und Vertikale eingezeichnet. b) Ausführung.

Die Kopfhaltung, welche durch die Einhaltung der beschriebenen Lage zu stande kommt, ist eine ziemlich gezwungene und wenig schöne. Man kommt dabei nicht ohne Anwendung eines sogenannten **Kopfhalters** aus (Fig. 79). Durch diesen Kopfhalter kann man sich auch das Stellunggeben der Person erleichtern, wenn man ihn so aufstellt, dafs die horizontale Axe des Halters in der Richtung der optischen Axe des Objektivs liegt. Man schiebt den Halter Kopfhalter.

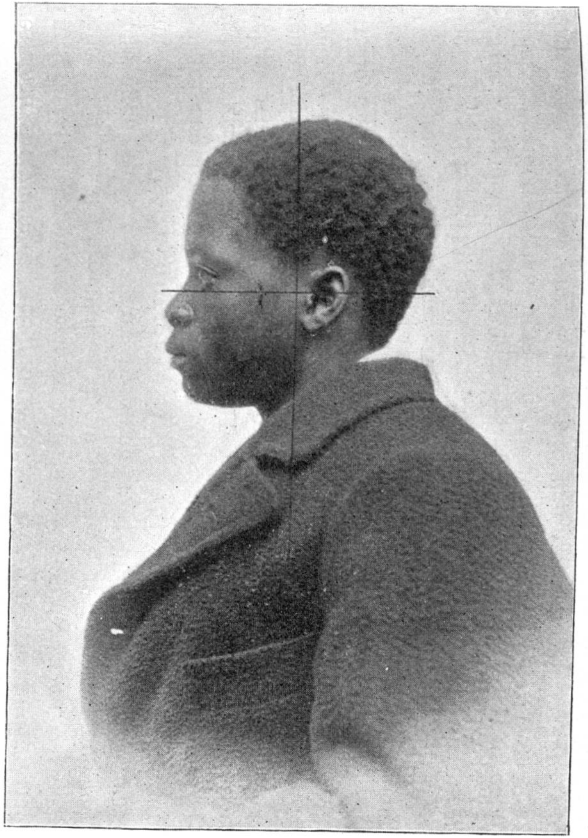


Fig. 77.

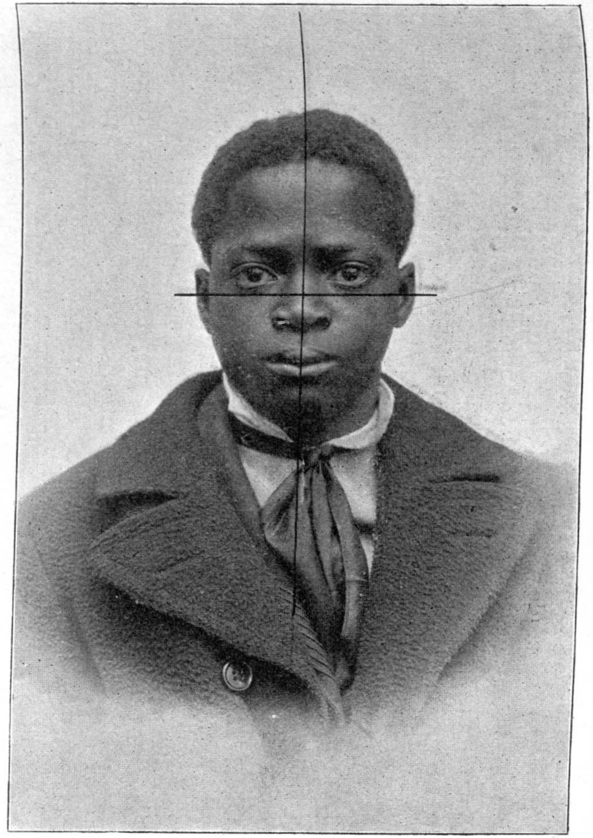


Fig. 78.

nur um 2 cm vor, bezw. zurück und läſst dann die Person den Kopf fest anlegen. Um einen gewissen Anhaltspunkt für die Maſse zu erhalten, kann gleichzeitig ein Maſsstab mit aufgenommen werden. Dieser Maſsstab muſs sich dann in der Ebene befinden, auf welche die Einstellung vorgenommen ist.

Bei der Aufnahme **ganzer Figuren** bleibt die Kopfhaltung dieselbe. Der Körper wird gerade gestellt, z. B. gegen eine Wand, so daſs die Absätze hinten an sie anstoſsen. Die Füſse werden einander parallel gestellt, die Arme hängen senkrecht zu beiden Seiten des Körpers herab, die Daumen nach vorn. Graziös ist diese Stellung allerdings nicht, aber zweckmäſsig. Kommt es nicht darauf an, in strengem Sinne anthropologische Aufnahmen zu machen, so kann man auch die Regeln befolgen, welche in der Porträtphotographie im allgemeinen gültig sind, und braucht kein Gewicht auf die Einhaltung der Horizontalen zu legen. Als Objektive für derartige Aufnahmen eignen sich vorzugsweise langbrennweitige, lichtstarke Aplanate und Anastigmate. Der häufigste Fehler, der dem Anfänger passiert, ist, daſs er durch das Streben nach einem möglichst groſsen Originalbilde verleitet wird, zu nahe an das Objekt heranzugehen. Bei ganzer Figur bleibe man bei Objektiven mittlerer Brennweite mindestens 3—4 m entfernt und bei Aufnahme einzelner Teile gehe man möglichst nicht näher als etwa $1^{1}/_{2}$ m heran. Man läuft sonst Gefahr, sehr unangenehme perspektivische Verzerrungen, unnatürliche Verkürzungen etc. ins Bild zu bekommen. Schmidt giebt als Regel, daſs man immer mindestens doppelt so weit von dem aufzunehmenden Gegenstande entfernt bleiben soll, als seine Gröſse beträgt. In neuerer Zeit ist es durch die Steigerung der Lichtstärke der Teleobjektive möglich worden, sie auch im Atelier zu Porträtaufnahmen zu verwenden. Darüber soll am Schlusse dieses Kapitels im Zusammenhange berichtet werden. Die Stellung der Kamera sei eine derartige, daſs die optische Axe des Objektivs sich etwa in der Augenhöhe der aufzunehmenden Person befindet. Man vermeide es nach Möglichkeit, den Apparat nach vorn oder nach hinten überzuneigen, und suche lieber durch Verkürzen der Stativbeine oder durch Heben und Senken des Objektivbrettes die gewünschten Teile in die Mitte der Mattscheibe zu bringen.

Ganze Figur.

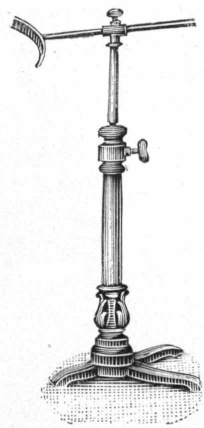


Fig. 79.

Andere anthropolog. Aufnahmen.

Nach ganz analogen Gesichtspunkten verfährt man bei der **Aufnahme von Schädeln, Skeletten, Mumien** u. s. w. Namentlich bei den letzteren kann die Einhaltung der Horizontalen Schwierigkeiten machen, wenn ein gröſserer Teil des Halses oder Rumpfes noch am Kopfe sitzt. Beim Lebenden geschieht die nötige Neigung des Hauptes durch Bewegungen des Kopfes allein

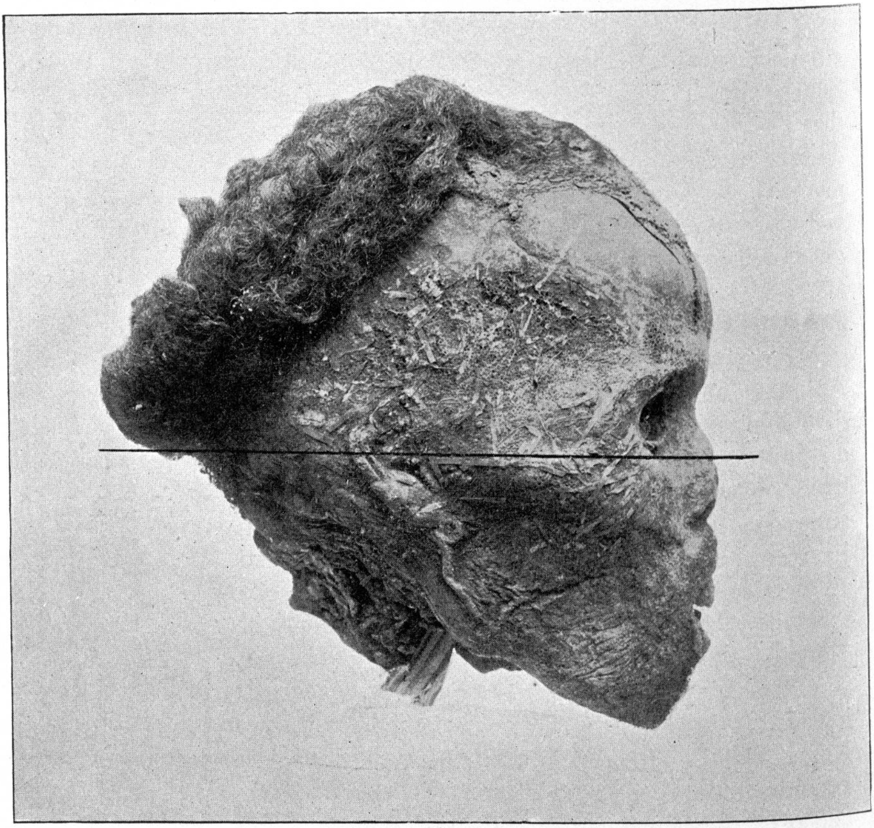


Fig. 80.

bei unveränderter Lage und Stellung des Halses. Bei den Mumien sind aber alle Gelenkverbindungen starr, und man kann daher nur den Kopf in die richtige Lage bringen ohne Rücksicht auf die dabei resultierende Stellung des Halses und Rumpfes, deren Axe meistens stark nach hinten gerichtet sein wird. Ein Beispiel einer derartigen Aufnahme zeigen Figur 80 und 81, einen aus Madagaskar stammenden Mumienschädel. Die störenden anhängenden Teile des Rumpfes macht man am einfachsten dadurch unschädlich, daſs man sie durch ein weiſses Tuch mit möglichst wenig Falten verdeckt.

Bei der Aufnahme für andere Zwecke, z. B. von Erkrankungen im Gesicht, kranken Zähnen u. s. w., von Mifsbildungen und dergleichen Abweichungen, kommt es vorzugsweise darauf an, dafs die Teile, welche eine Besonderheit darbieten, genau zu sehen sind. Eine bestimmte Norm für die Stellung giebt es da nicht; auch wird man, wenn keine grofse Tiefe verlangt wird, näher als eben angegeben an die Person mit der Kamera herangehen können, um ein gröfseres Bild zu erhalten; jedoch hüte man sich vor Übertreibungen. Medicinische Aufnahmen.

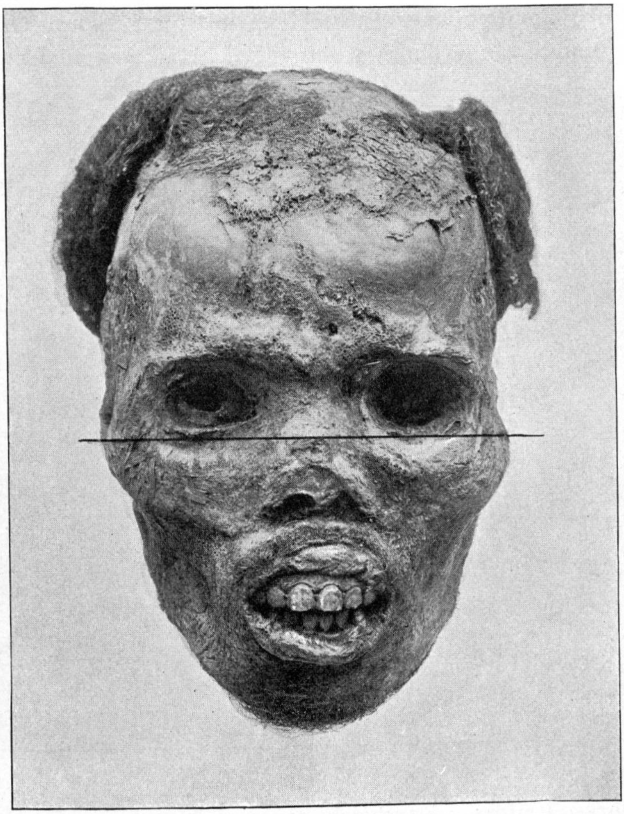


Fig. 81.

Soll nun die Aufnahme einigermafsen brauchbar werden, so kommt es vor allem darauf an, die Person richtig zu **beleuchten.** Eine gute Beleuchtung zu erreichen, ist unter allen Umständen schwierig; insbesondere hat aber der »wissenschaftliche« Photograph häufig mit grofsen Schwierigkeiten zu kämpfen, da er an bestimmte Örtlichkeiten, an Krankenzimmer und dergl., gebunden ist. Am einfachsten läfst sich allen Bedingungen genügen, wenn ein Atelier zur Verfügung steht. Leider sind Anstalten mit guten photographischen Ateliers die gröfsten Seltenheiten. Es wäre zu wünschen, dafs bei event. Neubauten den Bedürfnissen der Photographie von vornherein in genügender Weise Rechnung getragen wird. Eine spätere Anlage wird in der Regel weder zweckmäfsig noch billig. Beleuchtung bei Personenaufnahmen.

Das Atelier.

Als Beispiel eines Musterateliers möge das der Königlichen Technischen Hochschule in Charlottenburg angeführt sein, dessen in Fig. 82 wiedergegebene Abbildung dem grofsen Handbuche der Photographie von H. W. Vogel entnommen ist. Es ist gleichzeitig des preufsischen Staates einziges Lehr- und Versuchslaboratorium für Photographie. Hier hat auch die den Zwecken der Wissenschaft dienende Photographie eine, oder besser gesagt, ihre staatlich anerkannte Heimstätte in unserem engeren Vaterlande gefunden, allerdings wohl vorwiegend wegen der individuellen Art

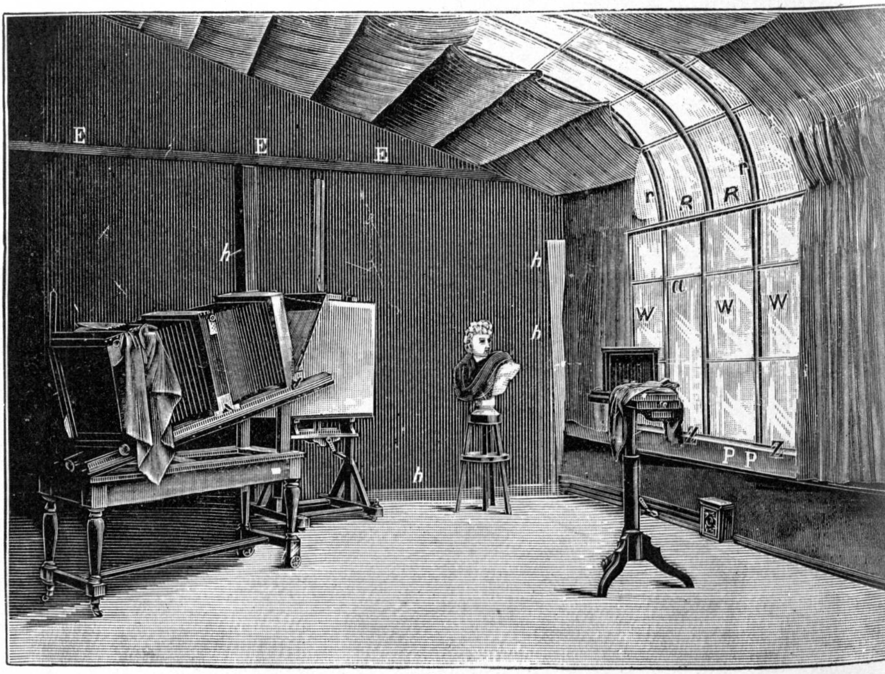


Fig. 82.

ihres Leiters, des durch seine Arbeiten in der ganzen Welt bekannten Prof. Dr. H. W. Vogel, da sein Lehrstuhl eigentlich nur für Photochemie und Spektralanalyse errichtet ist. Das grofsartigste Institut, welches der Photographie und ihren Nebenfächern gewidmet ist, dürfte die k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproduktionsverfahren in Wien sein, die unter Eders Leitung steht. Ob auch Deutschland einst eine derartige Centrale bekommen wird?

Die meisten modernen Ateliers sind pultförmig gebaut mit einer nach Norden gelegenen Glaswand und einem Glasdache, das wegen des Regenabflusses u. s. w. eine Neigung von ungefähr 1 : 4

haben soll. Die Lage nach Norden ist nötig, um den wechselvollen Einflüssen des direkten Sonnenscheins nach Möglichkeit entzogen zu sein. Meist ist es zu dem Ende noch nötig, besondere Sonnensegel auf dem südlichen und westlichen Giebel anzubringen. Wie die Konstruktion im einzelnen einzurichten ist, hängt von den Bedürfnissen ab. Jedenfalls darf ein einigermafsen brauchbares Atelier nicht zu klein sein. Als unterste Grenze seiner Ausdehnung dürfte die Länge von 6 m, die Breite von 3 m, die Höhe der senkrechten Glaswand von etwa 3 m anzusehen sein. Zur beliebigen Beleuchtung dienen in verschiedener Form und Farbe angebrachte Gardinen. Genauer auf die Einheiten der technischen Konstruktion einzugehen, ist hier nicht der Ort. Diese Verhältnisse sind in den grofsen Handbüchern der Photographie ausführlich besprochen. Für unsere Bedürfnisse giebt die beigegebene Figur eine genügende Anschauung. Mit dem Glashause sollen die Dunkelzimmer, der Kopierraum, die Vorratskammer und ein grofses, bequem ganz zu verdunkelndes Zimmer für Mikrophotographie und andere Spezialzwecke verbunden sein. Aber eine derartige Einrichtung wird wohl für den an nicht photographischen Instituten arbeitenden Jünger der Wissenschaft in fast allen Fällen ein frommer Wunsch bleiben. Nur die Bakteriologen scheinen sich an mafsgebender Stelle eines gewissen Entgegenkommens zu erfreuen, soweit wenigstens der Schreiber dieser Zeilen die Verhältnisse kennt. Wenn er daran denkt, unter welchen Verhältnissen er auf den verschiedensten Gebieten, die in dem vorliegenden Buche besprochen sind, zu arbeiten genötigt ist, kann er sich eines ziemlich erheblichen Schauders nicht erwehren. Wenn man noch bedenkt, dafs er ausschliefslich mit eigenen Apparaten und Materialien zu arbeiten genötigt ist bei naturgemäfs minimalem »Dispositionsfonds«, so wird man hoffentlich geneigt sein, den dargebotenen Leistungen gütige Nachsicht zu zollen.

Zur guten Beleuchtung eines Porträts ist Oberlicht mit Seiten- und Vorderlicht zu kombinieren. Unter Umständen kann es nötig werden, eine dieser Beleuchtungsarten für sich anzuwenden, insbesondere reines Seiten- oder Oberlicht. Dies ist namentlich der Fall bei wenig hervortretenden Erkrankungen der Haut, Geschwürflächen, Tumoren und dergl. Würde man ein derartiges Objekt von vorn beleuchten, so erschiene es so flach, dafs kaum etwas Charakteristisches wahrzunehmen ist, während bei Seiten-, bezw. Oberlicht an den Rändern mehr oder weniger scharfe Schatten auftreten, welche feine Höhenunterschiede deutlich hervortreten lassen. Die gewöhnlichen Runzeln der Haut

kann man durch reines Vorderlicht nahezu zum Verschwinden bringen, durch Seiten- oder Oberlicht stark hervorheben. Im Atelier, dessen Dach und Seitenwände aus Glas bestehen, läſst sich das Licht durch Vorhänge bequem regulieren, die Schattenseite wird durch Reflektoren so weit aufgehellt, daſs die Schatten vollständig modelliert erscheinen. Die Reflektoren stellt man sich entweder selbst her durch Aufhängen weiſser Tücher oder Papierbogen an entsprechend befestigten Schnüren, an Stühlen, oder was sonst gerade zur Hand ist, oder man bedient sich der bequemeren käuflichen Ständer, wie ein solcher in Fig. 83 abgebildet ist.

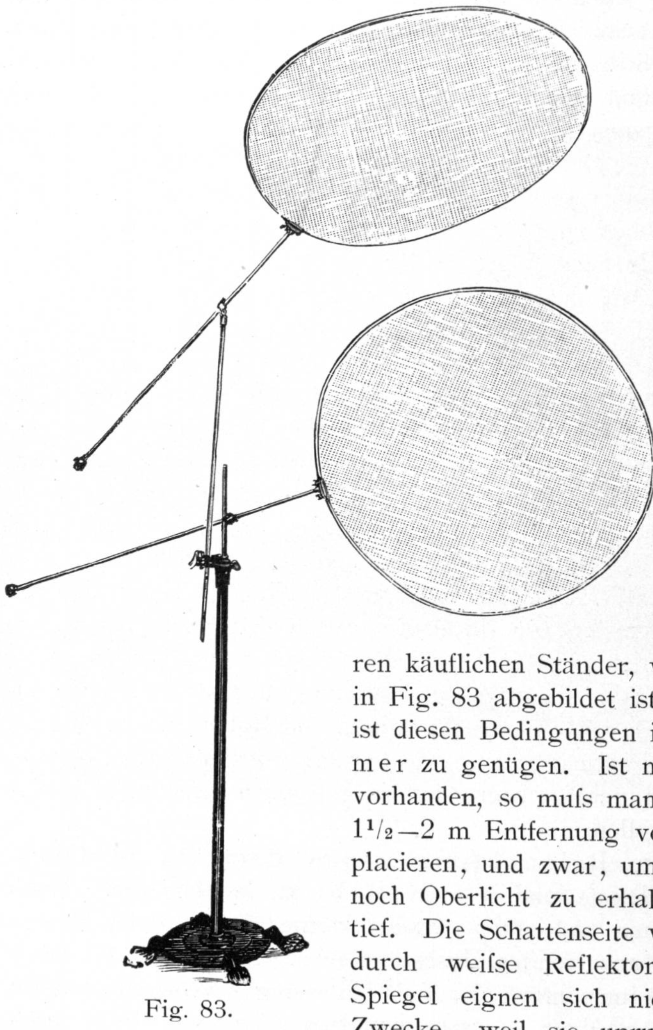


Fig. 83.

Zimmeraufnahmen.

Schwieriger ist diesen Bedingungen in einem Zimmer zu genügen. Ist nur ein Fenster vorhanden, so muſs man die Person in $1^1/_2$—2 m Entfernung vor dem Fenster placieren, und zwar, um einigermaſsen noch Oberlicht zu erhalten, möglichst tief. Die Schattenseite wird auch hier durch weiſse Reflektoren aufgehellt. Spiegel eignen sich nicht zu diesem Zwecke, weil sie unruhige, fleckige Lichter erzeugen. Die Person sitzt dabei so, daſs sie etwa $^3/_4$ dem Fenster zugewendet ist. Figur 84 giebt eine ungefähre Veranschaulichung der Verhältnisse. Bei *f* befindet sich das Fenster, bei *a* der Apparat, während die Person bei *p* sitzt, *R* ist ein weiſser Reflektor zur Aufhellung der Schattenseite. Die Stellung der Re-

flektoren hängt ab von dem gewünschten Effekt. Eine absolut genaue Anweisung läſst sich nicht geben, und wie so oft in der Photographie muſs durch eigenes Versuchen der richtige Weg gefunden werden.

Sind zwei Fenster auf einer Längsseite angebracht, so dient das eine zur Beleuchtung der Lichtseite, das andere teils zur direkten Aufhellung der Schattenseite, teils zur intensiveren Beleuchtung der Reflektoren. Eine ganz brauchbare Anordnung zeigt Figur 85. Der Apparat steht bei *a*, die Person sitzt bei *p*, vorwiegend beleuchtet durch das Licht, welches durch Fenster *f* eintritt, *R* und R_1 sind Reflektoren zur Aufhellung der Schattenseite. Sehr günstig liegen die Verhältnisse bei Eckzimmern nach Art des in Figur 86 veranschaulichten Schemas. Ein derartiges Zimmer ist für Porträtaufnahme sehr geeignet und gestattet beinahe jede Art der Beleuchtung, auſser der auf Oberlichtwirkung berechneten. Etwas Oberlicht läſst sich durch Reflektoren erzeugen, die in genügender Höhe auf einem Stativ angebracht werden. Auch durch Veränderung der angegebenen Aufstellung des Apparates läſst sich mancher Beleuchtungseffekt erzielen. Eine genaue Beschreibung der einzelnen Möglichkeiten ist nicht zu geben, und man wird am besten durch einige Versuche das Richtige zu finden streben. Man betrachte bei diesen Experimenten das Modell immer auf der Mattscheibe, weil sich hier die Licht- und Farbenwirkungen kontrastreicher ausnehmen als bei der direkten Betrachtung, und suche dann auch mit dem bloſsen Auge sehen zu lernen, unter welchen Bedingungen die Beleuchtung eine gute ist. Das ist gar nicht leicht und eine der Hauptstärken geübter Porträtphotographen.

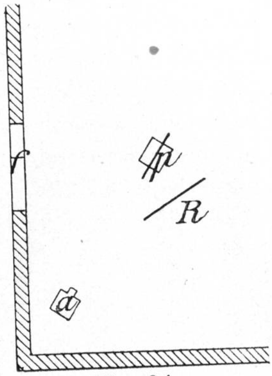


Fig. 84.

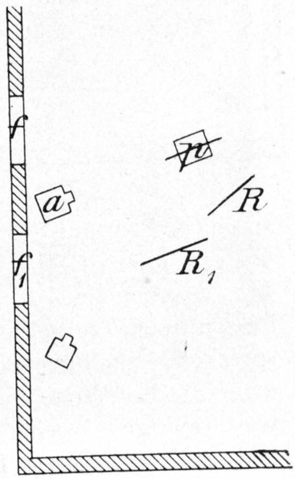


Fig. 85.

Hintergrund.

Als **Hintergrund** benutzt man ein hellgraues oder hellbraunes, auf einem geeigneten Rahmen ausgespanntes Tuch oder Papier. Man achte darauf, daſs das Modell keinen Schatten auf den Hintergrund wirft, der in der Regel sehr störend wirkt. Ge-

malte und abgetönte Hintergründe sind für die Zwecke wissenschaftlicher Aufnahmen kaum nötig, und man wird sich häufig in die Lage versetzt sehen, überhaupt von einem geeigneten Hintergrunde Abstand nehmen zu müssen. Wenn es aber irgend möglich ist, sorge man dafür, dafs nicht allzuviel unscharfe Gegenstände im Hintergrunde erscheinen.

Expositionszeit.

Dafs die Exposition im Zimmer eine relativ lange ist, ist schon oben angegeben, und man wird daher genötigt sein, in diesen Fällen mit möglichst lichtstarken Objektiven zu arbeiten und auf eine stärkere Abblendung zu verzichten. Dadurch leidet natürlich die Tiefenzeichnung, und man mufs sich eine geeignete Mittelschärfe herzustellen suchen. Die modernen anastigmatischen Objektive gestatten wegen ihrer besseren Korrektion der Anomalieen schiefer Büschel eine relativ viel gröfsere Öffnung als die gewöhnlichen Aplanate, die zur Erzielung einer genügenden Verteilung der Schärfe über das ganze Bild stärker abgeblendet werden müssen. Recht grofsen Schwierigkeiten begegnet man nicht selten bei der Aufnahme von kranken Personen in den Krankenanstalten. Hier mufs es dem Takte und Geschicke des einzelnen überlassen bleiben, die richtigen Mittel und Wege zum Zweck zu finden. Häufig eignen sich die vor den Eingängen angebrachten Vorbaue sehr gut für die Aufnahme von Personen.

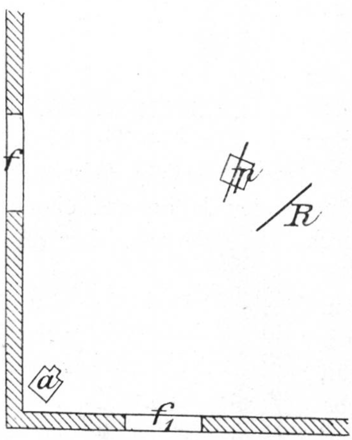


Fig. 86.

Ein derartiges »Hof-Atelier« veranschaulicht Figur 87. Die Aufnahme ist technisch schlecht, weil sie überexponiert ist. Sie wurde dennoch beigegeben, um dem Anfänger das Aussehen eines derartigen Bildes zu zeigen. Je nachdem man die Person mehr zurücksetzt, hält man Oberlicht ab, und durch entsprechende Stellung der Thüren läfst sich auch das Seitenlicht in mannigfacher Weise modifizieren. Verfasser macht — mufs machen, wäre richtiger — seine meisten Porträtaufnahmen in diesem »Atelier«, und auch die diesem Buche beigegebenen Aufnahmen entstammen ihm. Allerdings hat es den grofsen Nachteil, mehr als alle anderen den Einflüssen der Witterung unterworfen zu sein. Darum wird man in den letztbesprochenen Fällen häufig besser thun, auf die Aufnahme bei Tageslicht zu verzichten und zu den unten besprochenen künstlichen Beleuchtungsmethoden seine Zuflucht zu

nehmen. Wer auf eine künstlerische Porträtaufnahme Wert legt, versäume nicht, H. W. Vogels Photographische Kunstlehre zu studieren.

Ganz ähnliche Grundsätze wie für die Aufnahme von Personen gelten für die **Aufnahme von Gruppen.** Hierbei kommen, [Gruppenbilder.

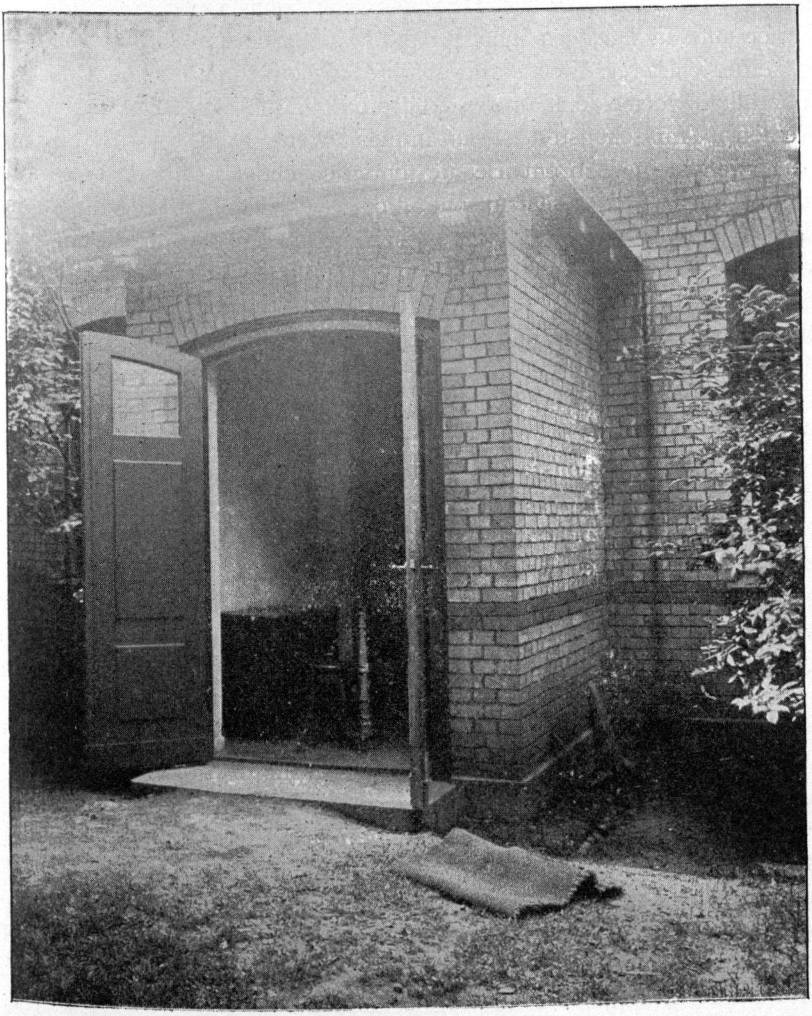


Fig. 87.

wenn sie angenehm wirken sollen, notwendigerweise einige künstlerische oder ästhetische Rücksichten mit ins Spiel. Im allgemeinen kann man wohl sagen, daſs die Gruppenaufnahmen mehr einem dilettantischen als einem wissenschaftlichen Zwecke dienen. Immerhin hat man aber durch sie ein unter Umständen recht angenehmes

Mittel, um sich das Personal oder andere Menschen, auf die man bei seinen Aufnahmen angewiesen ist, wohlgeneigt zu machen. So dienen auch diese Aufnahmen indirekt einem höheren Zwecke. Über die specielle Ausführung dieser Gruppenbilder sei auf die vorhandenen Lehrbücher verwiesen. Die Hauptsache ist eine geschickte Gruppierung der Personen, die sich kaum aus Büchern lernen und in Büchern lehren läſst. Viel sehen und emsig studieren ist ein sichererer Weg zum Erfolge als eine umfassende Lektüre. Vor allem vermeide man die Anordnung aller Menschen in langen Reihen. Am schönsten ist es immer, wenn man alle Beteiligten bei irgend einer ihrem Berufe entsprechenden Handlung aufnimmt und jede theatralische Pose vermeidet. Allerdings ist dann die Personenzahl bis zu einem gewissen Grade beschränkt, was kaum jemals ein Fehler sein dürfte, weil dadurch die einzelne Person an Bedeutung gewinnt. Diese »Scenen aus dem Berufsleben« haben mitunter auch einen besonderen wissenschaftlichen Wert, wenn es sich beispielsweise um die Darstellung verschiedener Akte einer Operation und dergl. handelt. Solche Aufnahmen erfordern groſse Sicherheit in allen technischen Details, Ruhe und Dispositionstalent und gehören zu den schwierigeren Aufgaben, an denen ein einseitiger Photograph in der Regel scheitert. Leider muſs man nebenher noch häufig mit den Modellen einen Kampf führen, die meist ihr volles Angesicht auf dem Bilde erblicken wollen. Es empfiehlt sich daher, solche Aufnahmen mit Magnesiumblitzlicht zu machen, wobei der Photograph im geeigneten Moment durch »Überrumpelung« seinen Willen durchsetzen kann.

Einzelne Körperteile.

Bei der Aufnahme **einzelner Körperteile** gelten ganz dieselben Grundsätze wie bei der Porträtphotographie: gute Beleuchtung zur Erzielung einer guten Modellierung, richtige Entfernung etc. Will man die Färbungen und Eigentümlichkeiten der menschlichen Haut darstellen, so thut man gut, gewöhnliche Platten zu verwenden, weil sie die Farbenkontraste unter Umständen viel stärker wiedergeben als die orthochromatischen Platten. Häufig kann man diesen Gegensatz noch dadurch erhöhen, daſs man die Aufnahme im Sonnen- oder Magnesiumlichte macht. Hierbei kommt es auf eine recht scharfe Einstellung an, und man wird in der Regel infolgedessen auch kleinere Blenden verwenden als bei der Aufnahme von Porträts. Etwas schwieriger als die Aufnahme von

Leichen.

lebenden Personen und Körperteilen ist die von **Leichen** und **Leichenteilen.** Da ihnen die eigene Bewegung und der eigene Halt fehlen, so müssen sie sorgfältig unterstützt werden, ohne daſs

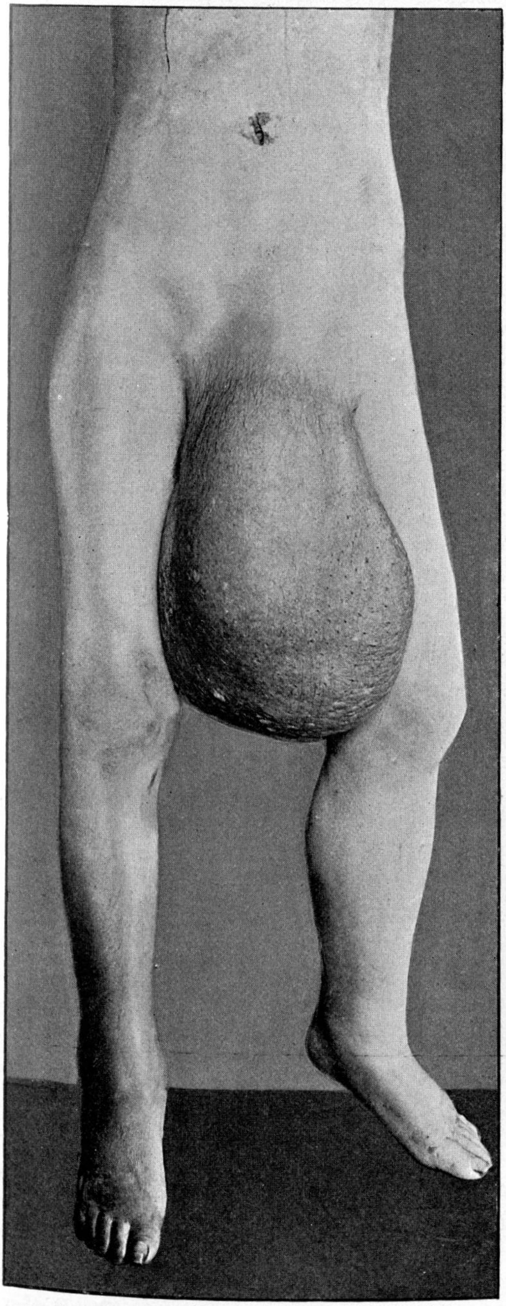


Fig. 88.

die Hilfsmittel allzu deutlich sichtbar sind. Die in nebenstehender Figur 88 abgebildete Leiche war auf einen Seciertisch gelegt, mit breiten Handtüchern unter den Armen festgebunden und dann der Tisch aufgerichtet, so dafs seine Platte senkrecht stand. Es war eine Frau mit einem grofsen Netzbruch.

Tierstudien.

Grofses Geschick erfordert unter Umständen die Herstellung von **Tierstudien.** Ihre Technik ist durch die Arbeiten von Ottomar Anschütz so bekannt geworden, dafs hier nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht. In weitaus den meisten Fällen wird man hier auf Momentaufnahmen angewiesen sein. Häufiger als eigentliche Tierstudien kommt es in den Laboratorien vor, dafs Experimentier-Tiere photographiert werden sollen. Handelt es sich bei mittleren Tieren darum, charakteristische Stellungen und dergl. zu fixieren, so verfährt man nach den Grundsätzen der Porträtaufnahme. Man setzt das

Tier in richtiger Höhe auf einen entsprechend groſsen Tisch, überläſst es eine Zeit lang sich selbst, bis es sich beruhigt hat, und besorgt dann die Einstellung, event. muſs ein Gehilfe das Tier an bestimmter Stelle zu beschäftigen suchen oder festhalten. Ratten, Mäuse und ähnliches Getier, welches auf menschlichen Zuspruch sehr wenig hört, ist mittels der üblichen Halter festzubinden und so zu photographieren. Auch bei allen diesen Aufnahmen hüte man sich davor, das Bild zu groſs zu machen. Oft genug wird man genötigt sein, Momentaufnahmen zu machen und muſs dann meistenteils im Freien die Aufstellung vornehmen. Bei allen bisher besprochenen Aufnahmen achte man darauf, daſs das Objektiv nicht gegen ein helles Fenster gerichtet ist oder von ihm direktes Licht empfängt. Es ist unter allen Umständen zweckmäſsig, die Kamera mit einem improvisierten Vorbau zu versehen.

Sammlungsobjekte.

Die **Aufnahme von Sammlungspräparaten,** Schmetterlingen, Käfern, Muscheln und dergl., bietet keine besonderen Schwierigkeiten. Man beleuchte sie möglichst gut und achte darauf, daſs der Hintergrund nicht allzu unruhig wird. Häufig werden derartige Aufnahmen auch so gemacht, daſs man die Kamera mit dem Objektiv nach unten richtet und die Gegenstände auf einer entsprechenden Unterlage ausbreitet. Bei dieser Art der Aufnahme fällt aber die Beleuchtung gewöhnlich sehr flach aus, und es ist besser, die Kamera in ihrer gewöhnlichen Stellung zu lassen und die Objekte durch Drehen ihrer Unterlage mehr oder weniger dem Lichte zuzuwenden. Erheblichere Schwierigkeiten entstehen bei der Aufnahme frischer anatomischer Präparate; da sie meist naſs sind und spiegelnde Oberflächen besitzen, so entstehen bei unvorsichtiger Beleuchtung grelle Reflexlichter, welche alle Einzelheiten an den betreffenden Teilen un-

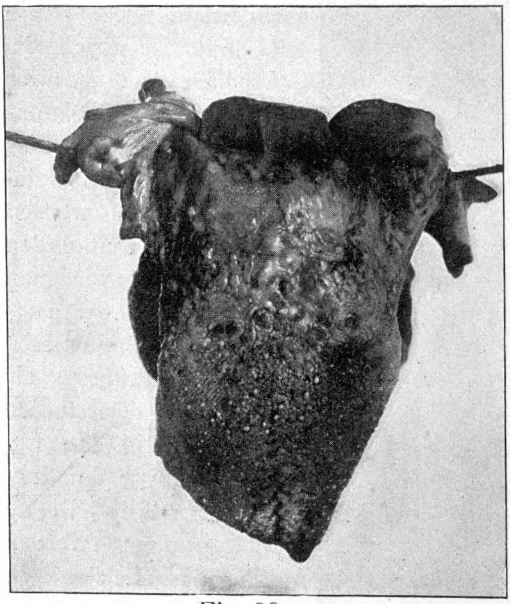


Fig. 98.

sichtbar machen und dem ganzen Bilde einen klecksigen, unruhigen Eindruck verleihen. Am sichersten vermeidet man diese Reflexe, wenn man die Aufnahme im Freien macht. Grofse Sorgfalt ist auf die Aufstellung zu verwenden. In der Regel wird man

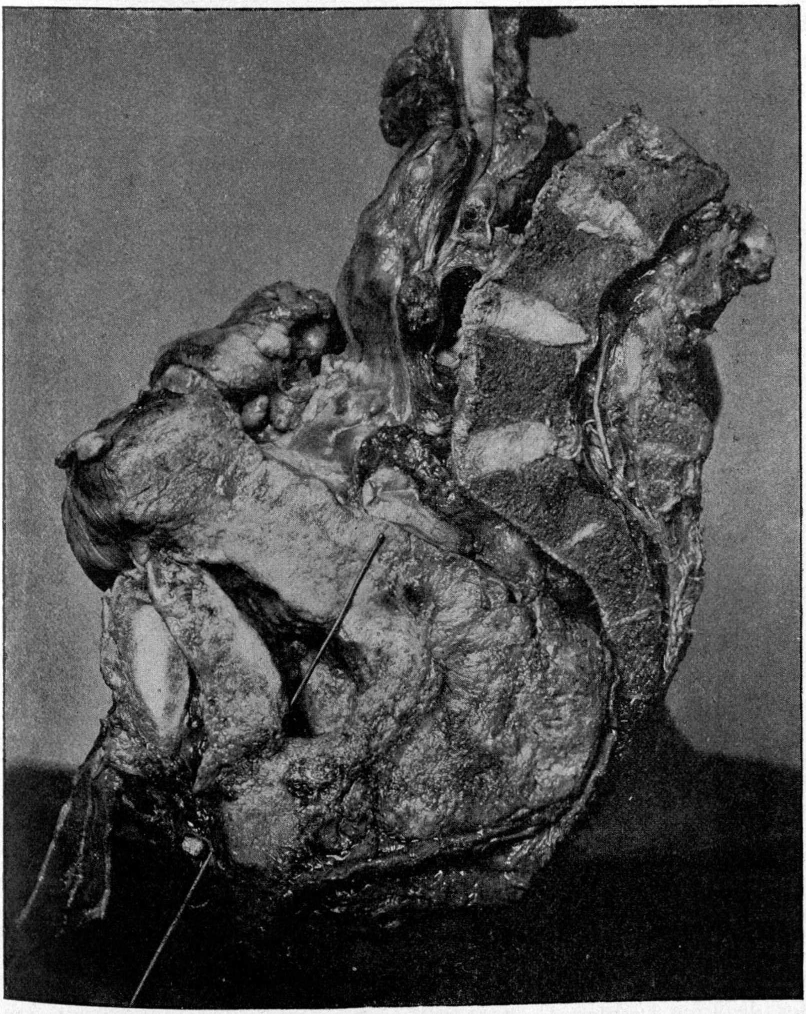


Fig. 90.

Organe, die keine festen Gerüstsubstanzen in sich enthalten, aufhängen und von unten her so unterstützen, dafs keine Zerrungen entstehen. Alle diese Aufstellungsmittel müssen aber möglichst so angewendet werden, dafs sie im Bilde unauffällig sind. Eine genaue Beschreibung läfst sich schlechterdings nicht geben. Die in

Figur 89, Seite 128 abgebildete Zunge mit glatter Atrophie der Zungenbasis befand sich noch im Zusammenhang mit dem Kehlkopf und war über einen horizontal ausgespannten Bindfaden gehängt. Der in Figur 90 dargestellte Beckendurchschnitt mit gewaltigem Blasenkrebs war auf einem Teller aufgestellt und von hinten her durch einen Pipettenhalter in seiner senkrechten Lage gehalten. Das Herz, Figur 91, mit verrucöser Endokarditis der Aorten- und Mitralklappen ist mittels zweier Muskelhaken an der Aorta aufgehängt, von unten durch ein Glasgefäſs gestützt und das Ganze gegen einen weiſsen Hintergrund gestellt. Läſst es sich nicht vermeiden, die Hilfsapparate mit zu photographieren, so thut man gut, in der unten beschriebenen Weise die nicht zum Bilde gehörigen Teile abzudecken. Dies ist z. B. in Fig. 91 geschehen, und man hat hier gleich ein Beispiel dafür, daſs auch für wissenschaftliche Aufnahmen die Retouche erlaubt und nötig ist. Ist die Aufstellung in genügender Weise erfolgt, so wird die Beleuchtung reguliert. Bei Aufnahmen im Freien geschieht das am Besten durch Seiden- oder Pauspapier, welches auf der Schattenseite und oben auf geeignetem Rahmen ausgespannt oder sonstwie befestigt wird. Bei Aufnahmen im Zimmer, wie eine solche in Fig. 90 dargestellt ist, werden sich die Glanzlichter selten vermeiden lassen. Etwas gemildert werden sie durch mäſsige Dämpfung des direkten Lichtes durch Seidenpapier. Häufig veranlassen die unangenehmen Glanzlichter den Anfänger dazu, bei Zimmeraufnahmen reines Vorderlicht anzuwenden. Dadurch wird aber das Ganze flach und nicht selten unverständlich. Auch dem Hintergrunde muſs einige Sorgfalt zugewendet werden. Er sei möglichst eine glatte Fläche von solcher Beschaffenheit, daſs sich das Präparat, namentlich an seinen Randpartieen, deutlich von ihm abhebt. Mitunter

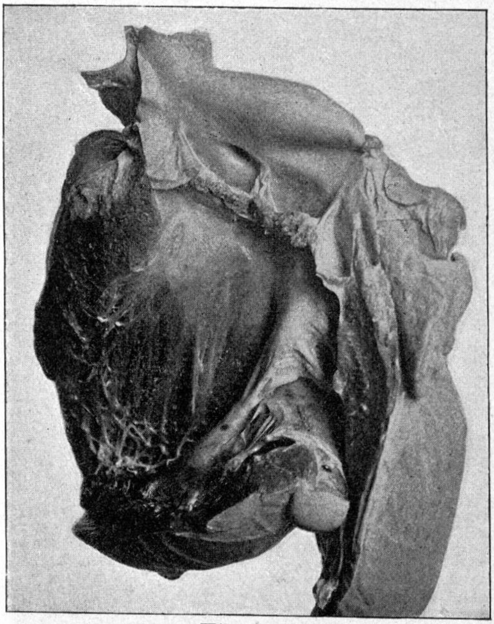


Fig. 91.

erreicht man das dadurch, dafs man das Präparat gegen eine dunkle Thüröffnung oder dergl. richtet, ein anderes Mal wird der Hintergrund weifs sein müssen. Vorzügliche Dienste leistet auch hier wieder das schon oben abgebildete »Hofatelier«. Bei der Aufnahme dieser Präparate kann man mit Vorteil kleine Blenden benutzen, um eine möglichst grofse Tiefe in der scharfen Zeichnung zu ereichen.

Aufnahme von Instrumenten.

Ganz ähnliche Schwierigkeiten wie bei den feuchten anatomischen Präparaten entstehen bei den Aufnahmen von glänzenden Maschinen und Instrumenten aller Art. Hier sind es vorzugsweise die runden, polierten und lackierten Teile, welche mit ihren starken Spiegellichtern die Bildwirkung beeinträchtigen, oder aber, was erheblich schlimmer ist, wesentliche Einzelheiten überstrahlen. Man hat daher empfohlen, das Instrument, oder um was es sich sonst handeln mag, mit einem stumpfen Überzuge zu versehen. Es wird aber bei feineren Apparaten sich wohl niemand zu diesem Gewaltmittel entschliefsen, wenn er seine Instrumente lieb hat. Als Beispiel einer derartigen Aufnahme möge die des neben-

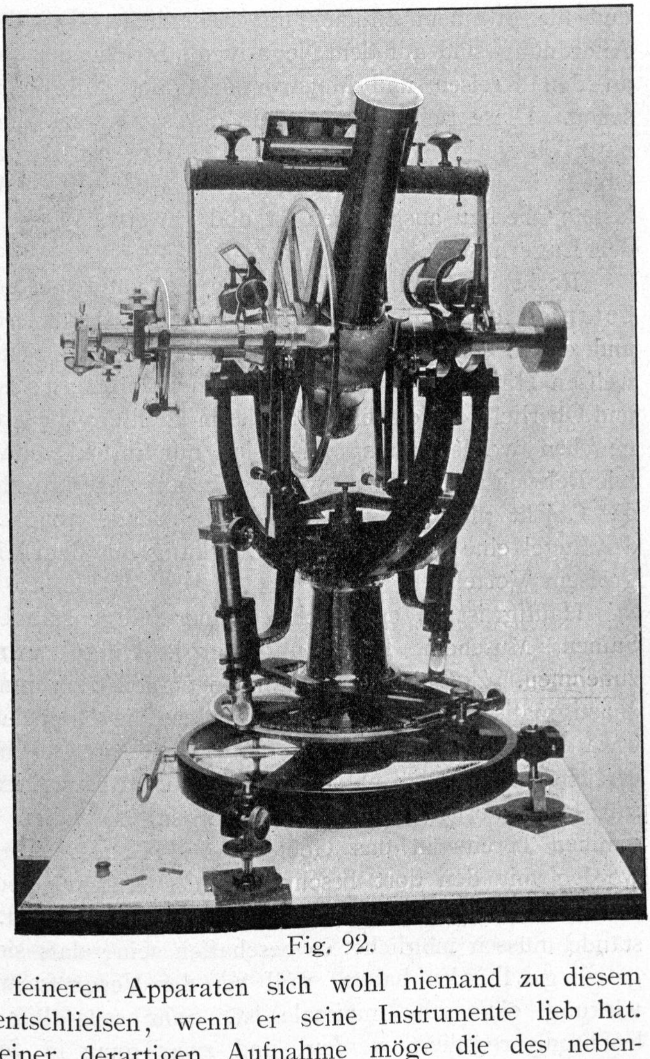


Fig. 92.

stehenden Universalinstrumentes des Verfassers (Fig. 92) dienen, bei dem die Glanzlichter nur noch an den vernickelten Mikroskopen des Vertikalkreises eine gröſsere Stärke besitzen. Das wurde dadurch erreicht, daſs die Aufnahme in einem niedrigen Lichthofe, gleichsam in einem Atelier, bei reinem Oberlichte geschah. Das Oberlicht wurde noch durch Seidenpapier gedämpft, zwischen Apparat und Instrument ein gröſserer Reflektor aufgestellt, um die plastische Wirkung der runden Teile zu heben, und Hinter- und Untergrund weiſs gehalten. Wer diese günstigsten Verhältnisse nicht nachahmen kann, mache wenigstens die Aufnahme im Freien und nie in einem Zimmer mit Seitenlicht. Bei der geschilderten Anordnung sind auf dem Negativ die Striche der groben Teilungen an den Kreisen und Meſstrommeln der Mikrometer deutlich zu sehen. Diese Feinheiten sind in der stark verkleinerten Autotypie natürlich verloren gegangen. Für die, welche das dargestellte Objekt interessiert, sei bemerkt, daſs der durch Wagebalken entlastete Oberbau ausgehoben ist und um etwa 30 Grad quer zwischen den Lagern steht.

Botanische Objekte.

Recht sorgfältige Beleuchtung ist nötig bei der **Aufnahme botanischer Objekte,** von Blumen, Blättern, Zweigen und dergl. Gegenständen. Man richte sie am besten gegen einen weiſsen Hintergrund und wähle ein kombiniertes Seiten-, Vorder- und Oberlicht. Welchem von diesen Lichtern die gröſsere Intensität gegeben werden muſs, läſst sich nur im Einzelfalle entscheiden. Die Beleuchtung ist gut, wenn sich, auf der Mattscheibe betrachtet, das Objekt plastisch von dem Hintergrunde abhebt. Dabei ist in der Regel eine gewisse Schattenwirkung auf dem Hintergrunde von groſsem Vorteil.

Schwache Vergröſserungen.

Häufig ist es erwünscht, kleinere Gegenstände, z. B. Zähne, Samen, Muscheln, Käfer und dergl. Dinge **vergröſsert** aufzunehmen. Zu solchen Aufnahmen eignen sich nun vorzugsweise anastigmatische Objektive, insbesondere die Doppelanastigmate von etwa 12 oder 15 cm Brennweite. Die Vergröſserung, die hiermit erreicht wird, soll 3mal nicht wesentlich übersteigen. Ist man zu stärkeren Vergröſserungen gezwungen, so fallen derartige Aufnahmen bereits in das Gebiet der Mikrophotographie und werden mit den dort beschriebenen Planaren oder den neuen Leitzschen photographischen Objektiven gemacht. Die Gegenstände müssen möglichst so beschaffen sein, daſs sie eine relativ geringe Dicke haben, weil bei der Vergröſserung die Tiefenwirkung eine sehr minimale ist. Sehr sorgfältig muſs die Beleuchtung reguliert werden, und zwar ganz in derselben Weise,

wie es beim Porträt besprochen wurde, nur in verkleinertem Maſsstabe. Gegenstände mit sehr flachen Zeichnungen an der Oberfläche, wie z. B. die in Figur 93 abgebildeten Zähne, erfordern eine vorwiegend seitliche, event. eine Oberlichtbeleuchtung. Als Reflektoren für die Schattenseiten dienen Streifen weiſsen Papieres. Zur Abhaltung falschen Lichtes werden Pappdeckel und dergl. verwendet. Man baut sich also gleichsam für das betreffende Objekt ein kleines Atelier. Alle die besprochenen Aufnahmen einzelner Objekte für wissenschaftliche Zwecke werden vorteilhaft als stereoskopische gemacht, weil bei ihnen der körperliche Effekt und die Deutlichkeit in der An-

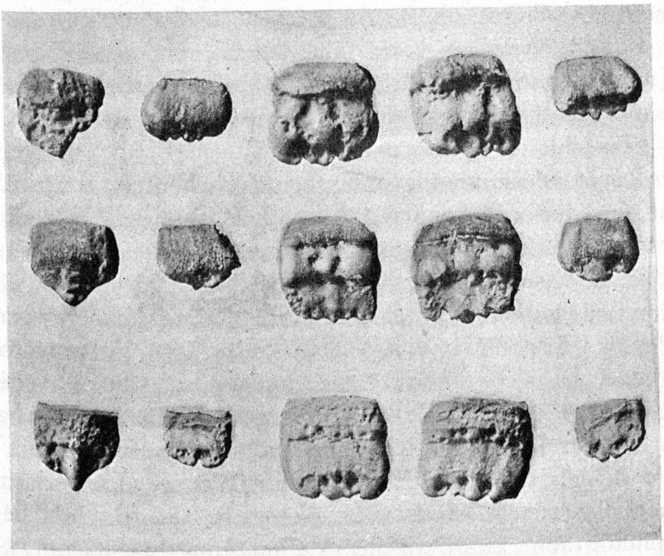


Fig. 93.

schauung eine erheblich gröſsere ist. Dies tritt namentlich hervor bei der Aufnahme von Krystallgruppen, Glasgegenständen und ähnlichen, mehr oder weniger transparenten und kompliziert geformten Gegenständen. Das Nähere hierüber findet sich in Kapitel 7.

Landschafts-Aufnahmen.

Die **Landschaftsphotographie** kann unter Umständen in ihrem ganzen Umfange wissenschaftlichen Zwecken dienen, insbesondere, wenn sie auf Reisen in fremden Erdteilen zum Studium von Bäumen, Gebirgsformationen etc. dienen soll. Über dieses Gebiet enthalten alle Lehrbücher genügende Anleitung, und es würde hier zu weit führen, alle möglichen Fälle zu erörtern. Wer sich auf Reisen begiebt, ohne vorher sich photographisch ausgebildet zu haben, wird nicht viel Gutes mitbringen. Abgesehen

von allen technischen Fehlern, die er leicht begehen kann, wird es ihm häufig vorkommen, daſs gerade das, was auf dem Bilde hauptsächlich zur Geltung kommen soll, auf der fertigen Photographie nachher kaum zu sehen ist. Es erfordert daher schon die Beurteilung, wie die Natur sich auf dem Bilde ausnehmen wird, eine gewisse Übung. Wenn nun auch bei den Landschaftsbildern, die wissenschaftlichen Zwecken dienen sollen, die Regel gilt, daſs sie vor allem das klar und deutlich wiedergeben, was mit ihnen gezeigt werden soll, so wird man doch kaum umhin können, auch auf eine gewisse künstlerische Auswahl des Standortes, der Bildbegrenzung etc. Rücksicht zu nehmen. Dadurch wird der Wert des Bildes sehr erhöht und die Projektionsabende gröſserer Vereine zeigen deutlich, daſs man ebenso gut im Innern Afrikas und dem Eise Grönlands schöne Bilder herstellen kann, als daheim, und dass Wissenschaft und Kunst hier mit Vorteil Hand in Hand gehen. Manche photographisch tüchtig vorgebildete Reisende haben Bilder mit nach Hause gebracht, die sie ebenso gut in wissenschaftlichen Werken als Illustrationen, wie in photographischen Zeitschriften als künstlerische Studien reproduzieren können. Allerdings ist diese Verbindung von künstlerischem Empfinden mit wissenschaftlichen Zwecken nicht leicht und gewissermaſsen eine Gabe der Natur, doch läſst sich auch hier durch gründliches Studium und Erfahrung manches erlernen. Besonders vorsichtig sei man mit der Verwendung der **Staffage.** An sich schöne Landschaftsbilder können völlig verdorben werden, wenn z. B. im Vordergrunde die Dienerschaft und die Träger des Reisenden in Reihe und Glied aufmarschiert stehen und alle in den Apparat hineinstarren. Wer die Landschaften mit Staffage beleben will, muſs noch viel mehr als der einfache Landschaftsphotograph künstlerische Veranlagung besitzen. Gut ist eine Staffage nur dann, wenn man sie nicht als gestellt erkennt.

Staffage.

Die meisten Landschaften haben den Fehler, nicht so beleuchtet zu sein, wie es für die gleichmäſsige Durcharbeitung der einzelnen Teile des Bildes auf der photographischen Platte erforderlich wäre. So wird in weitaus den meisten Fällen der Himmel erheblich intensiver wirken als der Vordergrund, und insbesondere bei Sonnenschein kommen beinahe in allen Landschaften so groſse Helligkeitsdifferenzen vor, daſs das Bild, wenn man nicht mit ganz besonderer Sorgfalt verfährt, niemals harmonisch wirkt. Manches läſst sich in der Bildwirkung durch passende Wahl des Standortes verbessern, und manche Aufnahme wird man erst dann machen, wenn die Beleuchtung eine geeignete geworden ist. So kann man beispielshalber tiefe Felsenschluchten, die auf ihrer einen Seite von der

Sonne beleuchtet sind, kaum in befriedigender Weise aufnehmen. Dasselbe ist der Fall bei Waldinterieurs, bei Wasserfällen etc. Wollte man hier so lange exponieren, bis die Schatten genügend durchgearbeitet sind, so würden die hellen Stellen nicht nur stark überexponiert und infolgedessen detaillos erscheinen, sondern sie würden auch zur Lichtüberflutung der Nachbarschaft, zur Hofbildung oder zur Solarisation Veranlassung geben. Die Folgen derartiger Überexposition zeigt Figur 87, namentlich an der Kante des Daches. Man wartet am besten einen hellen Tag ab, an dem die Sonne durch weiſse Wolken bedeckt ist. Unter Umständen ist man auch genötigt, zu den im Kapitel 1 besprochenen lichthoffreien Platten seine Zuflucht zu nehmen, was sich namentlich bei Waldinterieurs und ähnlichen Aufnahmen empfehlen wird, wo der Himmel nur in kleinen beschränkten Partieen durch das Laubwerk der Bäume hindurch blickt. Auſser den angeführten Fällen wirken Landschaftsbilder am besten dann, wenn sie im vollen Sonnenschein aufgenommen werden. Durch die Gegensätze von Licht und Schatten erlangt das Ganze eine erhöhte plastische Wirkung. Es gilt im allgemeinen als Regel, nicht gegen die Sonne Aufnahmen zu machen, sondern sich so aufzustellen, daſs die Sonne hinter oder seitlich zum Apparat steht. Unter allen Umständen muſs vermieden werden, daſs die Sonne auf das Objektiv scheint, weil sonst störende Reflexe und damit Schleierbildung eintreten würden. Die Aufnahmen gegen die Sonne gehören mehr in das Gebiet künstlerischer Spielereien. Bekannt sind die Aufnahmen namentlich von Wasser bei verhältnismäſsig tief stehender Sonne, die als Mondscheinbilder wirken sollen. Auch hier trage man Sorge, daſs das Objektiv selber beschattet ist, wähle eine kleine Blende und sehr kurze Exposition, am besten auf lichthoffreier Platte. Enthalten die Landschaften sehr viel Grün, so sind orthochromatische Platten unter Verwendung einer leichten Gelbscheibe am Platze. Es wird sich im allgemeinen empfehlen, keine hoch empfindlichen Platten für die Landschaftsphotographie zu verwenden, weil diese leicht kontrastlos arbeiten. Die Exposition sei ziemlich reichlich und demgemäſs die Entwickelung natürlich entsprechend vorsichtig. Weite Fernsichten erfordern dunkle Gelbscheiben und orthochromatische Platten. Sehr kurze Exposition erfordern Aufnahmen an und auf dem Meere. Hier wird man in der Regel zu Momentaufnahmen schreiten müssen. Der Himmel bei den Landschaften wird in weitaus den meisten Fällen überexponiert sein, selbst wenn er teilweise bewölkt ist. Dadurch geht dann die feine Zeichnung, die Wolken, für das

Bild verloren. Läſst sich durch die weiter unten besprochenen Retouchier- und Kopierkunststücke der Himmel nicht genügend durchkopieren, so nimmt man seine Zuflucht zum Einkopieren eines künstlichen Himmels, weil ein gleichmäſsig heller Himmel auf dem Bilde wenig anregend wirkt, insbesondere dann nicht, wenn er einen relativ groſsen Teil des Bildes ausfüllt. Wer sich derartige künstliche Himmel herstellen will, muſs eine Anzahl von Wolkenaufnahmen machen mit den verschiedensten Wolkenformen und Beleuchtungen. Das Einkopieren der Wolken ist nur dann statthaft, wenn sie zur ganzen Landschaft wirklich passen.

Wolkenbilder.

Die **Wolkenaufnahmen** können aber auch höheren wissenschaftlichen Zwecken dienen, zur Erforschung der Wolkenformen, der Bewegung der Wolken, unter Verwendung geeigneter Aufnahme-Instrumente, sogenannter Phototheodoliten, zur Höhenmessung dieser Gebilde. Da das blaue Himmelslicht mindestens eine ebenso starke Wirkung ausübt, als die weiſsen Wolken, so werden auf gewöhnlichen Platten die Kontraste zu geringfügig. Daher wird bei derartigen Aufnahmen das blaue Himmelslicht durch Gelbscheiben, und zwar am besten durch Pikrinsäure- oder Martiusgelb-Scheiben eines groſsen Teiles seiner Aktinität beraubt. Die im Glase gefärbten Scheiben des Handels genügen in der Regel diesem Zwecke nicht, und man muſs daher diese Scheiben selbst herstellen, wie an anderer Stelle beschrieben ist. Handelt es sich um die Wiedergabe sehr feiner Wolkengebilde, von Cirrus-, Federwolken und dergl., so wird man auch mit einer Gelbscheibe kaum auskommen und muſs die bei der Mikrophotographie beschriebenen Grünfilter benutzen. Man verwende für diese Scheiben und Filter möglichst reines und ebenes Glas, um keine störende Unschärfe im Bilde zu erzeugen. Bei der Aufnahme von Wolken wird man auſserdem oft genötigt sein, die Camera schräg nach oben zu stellen, wobei der Seite 98 beschriebene Stativkopf vorzügliche Dienste leistet.

Reproduktionen,

In der wissenschaftlichen Praxis ist die Aufgabe nicht selten, **Reproduktionen** nach Zeichnungen, Handschriften, Drucken, Gemälden etc. herzustellen. Alle Reproduktionen, namentlich solche von Strichzeichnungen, erfordern sehr gute und korrekt zeichnende Objektive, die auch am Rande astigmatisch korrigiert sind. Die gewöhnlichen Aplanate genügen in der Regel nicht, wohl aber Doppelanastigmate, Zeiſs' Anastigmate etc.

a) Zeichnungen,

Will man eine **Zeichnung**, eine Schrift und dergl. reproduzieren, die schwarz auf weiſsem Grunde ist, so beleuchte man die Zeichnung hell mit reinem Vorderlicht, um die Struktur

des Papieres möglichst wenig sichtbar zu machen. In gröfseren Ateliers verwendet man in der Regel elektrisches Bogenlicht zu diesem Zwecke. Natürlich ist eine wichtige Aufgabe dabei, dafs das zu reproduzierende Papier völlig eben liegt. Wenn es sich nicht auf ein Reifsbrett oder dergl. glatt aufspannen läfst, so ist es mitunter nötig, besonders bei stark zerknitterten Objekten, sie zwischen zwei Spiegelglasplatten zu legen und die Aufnahme durch das Glas hindurch zu machen. Dabei achte man darauf, dafs Spiegelungen an der Glasfläche vermieden werden. Hoch empfindliche Platten sind für derartige Aufnahmen nicht geeignet, sondern man mufs besonders unempfindliche und dick gegossene Platten wählen, wenn man genügende Kontraste bekommen will. Die gröfseren Reproduktionsateliers wählen für diese Aufnahmen das nasse Verfahren. **Farbige Bilder** erfordern orthochromatische Platten und Gelbscheiben zu ihrer Aufnahme, wenn alle Farbennüancen in richtigem Helligkeitswert wiedergegeben werden sollen. Eine derartige Aufnahme ist Fig. 76. Ist die Oberfläche des Bildes nicht glatt, wie dies bei Ölgemälden und dergl. der Fall ist, so mufs man ebenfalls mit reinem Vorderlicht beleuchten, um die Struktur der Oberfläche möglichst unauffällig zu machen. Im umgekehrten Falle, wo die Struktur gerade die Hauptsache ist, wird man das Vorderlicht abblenden und mit Oberlicht, bezw. Seitenlicht arbeiten. Bei **alten vergilbten Handschriften** und dergl. mufs durch Versuche ermittelt werden, wie sie am besten reproduziert werden können. Manchmal leisten gewöhnliche, manchmal orthochromatische Platten bessere Dienste. Auch hier wird in der Regel eine grelle, womöglich Sonnenbeleuchtung, erforderlich sein. Selbstverständlich müssen bei Reproduktionen Objekt und Visierscheibe stets genau parallel stehen, wenn keine Verzeichnungen eintreten sollen.

b) Farbige Bilder,

c) Alte Handschriften.

Für **Architekturaufnahmen** gilt im allgemeinen das, was von Landschaften gesagt wurde. Vor allen Dingen mufs darauf geachtet werden, dafs die Camera horizontal steht, um Neigungen der Linien auf dem Bilde zu verhüten. Bei dieser Art Aufnahmen ist man nicht selten in der Wahl seines Standortes sehr beschränkt und mufs, um den Gegenstand völlig auf das Bild zu bekommen, zu Weitwinkelobjektiven seine Zuflucht nehmen. Diese Weitwinkelobjektive erzeugen am Rande der Bilder eine für das Auge unangenehm wirkende Übertreibung der Perspektive. Diese Übertreibung kommt, wie schon gesagt, nicht etwa von fehlerhaften Linsen her, sondern nur von dem ungewöhnlich grofsen oder schrägen Gesichtswinkel, unter dem die Randpartieen betrachtet

Architekturen.

werden. Runde Kugeln erscheinen stark elliptisch ausgezerrt, und ebenso sind alle anderen Gegenstände in entsprechender Weise übertrieben perspektivisch abgebildet. Wenn es daher irgend möglich ist, beschränke man sich auch hier auf seine gewöhnlichen Instrumente. Neuerdings wird in der Architekturphotographie, häufig das **Teleobjektiv** angewendet, um gröſsere und detailliertere Bilder ferner Gegenstände zu erhalten.

Interieur-aufnahmen.

Die **Aufnahme von Innenräumen** kann durch die Ungunst der Beleuchtung und des möglichen Standortes häufig zu den schwierigsten Aufgaben des Photographen werden; aber er hat dabei wenigstens nicht selten die Möglichkeit, die Beleuchtung zu verbessern, was bei Landschaften und Architekturaufnahmen ausgeschlossen ist. Bei allen Interieuraufnahmen verzichte man von vornherein auf kurze Expositionszeiten. Wenn die Räume lang gestreckt sind und die Fenster an der Schmalseite sich befinden, so werden in der Nähe des Fensters durch das direkt einfallende Licht die Gegenstände im Verhältnis zu den weiter hinten sich befindenden allzu stark beleuchtet, und so wird nötig, die Fenster wenigstens in ihrem unteren Teile mit Seidenpapier zu bedecken. Sonnenschein auf die Fenster muſs in derartigen Fällen unbedingt vermieden werden. Am schönsten erhält man diese Aufnahmen bei recht schlechtem, regnerischem Wetter, weil da die Natur selber für eine zweckmäſsige Dämpfung des Lichtes Sorge trägt. Wenn irgend möglich, sollte es vermieden werden, das Objektiv gegen ein helles Fenster zu richten. Ist es durchaus nicht anders möglich, so müssen unbedingt lichthoffreie Platten zur Verwendung gelangen. Dunklere Partieen können eventuell durch Reflektoren oder Spiegel etwas erhellt werden, oder aber man greift zur Kombination von Tages- und Magnesiumlicht. Wegen der groſsen Tiefe, die die Interieuraufnahmen in der Regel haben, müssen sehr kleine Blenden zur Verwendung kommen und dementsprechend längere Expositionen. Man kann auf diese Weise in die Lage kommen, tagelang exponieren zu müssen, besonders auch deshalb, weil Gegenstände, die wissenschaftliches Interesse bieten, nicht selten in Museen und andern Orten aufgestellt sind, wo die Benutzung von Magnesiumlicht ausgeschlossen erscheint.

Magnesium-aufnahmen.

Wir müssen nun noch mit einigen Worten der **Photographie mit künstlichem Licht** gedenken. Von allen möglichen Lichtquellen kommt für die Zwecke einer bequemen und gröſseren Praxis eigentlich nur das **Magnesiumlicht** in Betracht, weil es relativ leicht überallhin zu schaffen ist und, wie bereits im Kapitel 1 gesagt wurde, eine groſse Aktinität besitzt. Von dem Verbrennen

von Magnesiumband wird man in der Regel absehen und sich auf die **Blitzaufnahme** beschränken. Man unterscheidet Blitzaufnahmen mit reinem pulverisiertem Magnesium und solche mit explosiven Gemischen. Alle Magnesiumaufnahmen haben den Nachteil, daſs bei der Verbrennung des Magnesiums ein sehr reichlicher, zwar unschädlicher aber lästiger Rauch von Magnesiumoxyd entsteht. Man sehe daher darauf, daſs nach geschehener Aufnahme möglichst schnell für eine gründliche Durchlüftung des Aufnahmeraumes Sorge getragen wird, ehe der Rauch sich niederschlägt. Die Verbrennung des Magnesiumblitzpulvers geschieht in besonders konstruierten Lampen. Man hat Lampen für reines Magnesium (Pustlampen) und für Explosivgemische. Die ersteren beruhen **Pustlampen.** sämtlich darauf, daſs durch eine möglichst heiſse Flamme fein pulverisiertes Magnesium hindurchgeblasen wird. Eine derartige Lampe kann sich jeder selber herstellen durch ein einfaches, V förmig gebogenes Glasrohr, in welches das Magnesium hineingefüllt und durch Draht so an eine offene Flamme angebracht wird, daſs das Magnesium beim Herausschleudern aus dem Glasrohr mittels Gummiballs in die Flamme trifft. Eine sehr zweckmäſsig konstruierte Lampe ist die bekannte Schirm'sche Magnesiumlampe (Fig. 94). Sie besteht aus einem zweiteiligen Behälter, der in seinem kleineren Abschnitte *h* das zur Speisung der offenen Flamme dienende Benzin enthält, während in dem gröſseren Abschnitt *a* sich eine schwammförmige Masse befindet, die ebenfalls mit Benzin getränkt ist. Das Magnesium befindet sich in dem Behälter *f*, so daſs ein beliebiges Quantum in eine unter demselben durchlaufende Röhre *g* eingebracht werden kann. Das Herausblasen aus ihr geschieht durch eine Gummibirne. Dieselbe mündet bei *c* in den Kasten, welcher das mit Benzin getränkte schwammige Material enthält und verläſst ihn bei *h*. Es wird also mit Benzindampf ge-

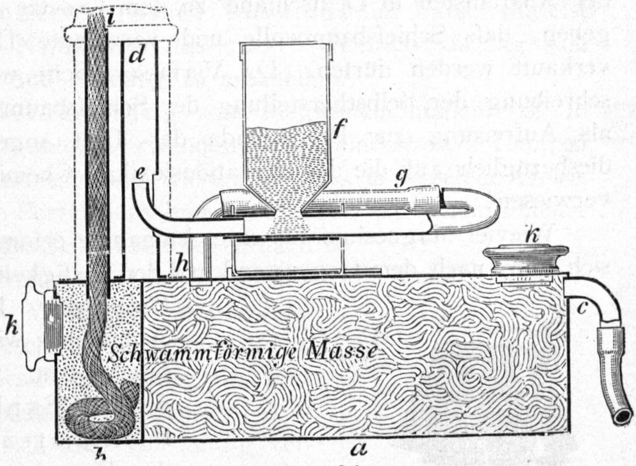


Fig. 94.

sättigte Luft zu gleicher Zeit mit dem Magnesium in die brennende Flamme getrieben. Andere Lampen enthalten statt des immerhin feuergefährlichen Benzins Spiritus als Brennmaterial. Wer eine Lampe nicht besitzt, kann das Magnesium auch dadurch entzünden, daſs er es auf einen mit konzentrierter Salpeterlösung getränkten und wieder getrockneten, langen Flieſspapierstreifen aufschüttet. Man zündet mit einem Streichholz das Papier an. Allerdings eignet sich diese Art der Entzündung nicht für Personenaufnahmen, weil häufig kleine verschüttete Mengen Nebenblitze verursachen. Besser ist die Entzündung mit Schieſsbaumwolle, die bei einigermaſsen vorsichtiger Verwendung nicht gefährlicher ist, als eine Benzinlampe. Leider hat die Furcht vor den Bomben der Anarchisten in Deutschland zu dem Gesetze Veranlassung gegeben, daſs Schieſsbaumwolle und verwandte Dinge nicht mehr verkauft werden dürfen. Da Verfasser nicht weiſs, ob die Beschreibung der Selbstherstellung der Schieſsbaumwolle nicht etwa als Aufreizung zur Propaganda der That angesehen wird, sei diesbezüglich auf die Konversationslexika, Chemiebücher u. s. w. verwiesen!

Wieviel Magnesium für eine Aufnahme erforderlich ist, richtet sich ganz nach dem Gegenstand und der Helligkeit des verwendeten Objektives. Die Technik der Aufnahme wird weiter unten beschrieben. Als Repräsentant der für Explosivgemische bestimmten Lampen sei die Hesekielsche angeführt, Figur 95. Sie besteht aus einem Behälter, welcher mit Asbest gefüllt ist und mit Spiritus getränkt wird. Diese Spiritusflamme erhält nach Art der Bunsenbrenner eine Luftzuführung von unten her und wird durch einen entsprechenden Schornstein zusammengehalten. Oberhalb befindet sich an einem Hebelarm ein Eisendraht, welcher durch die Flamme glühend gemacht wird. Am unteren Ende dieses Armes ist die pneumatische Auslösung angebracht, welche den glühenden Draht in das auf dem Blech-

Explosivlampen.

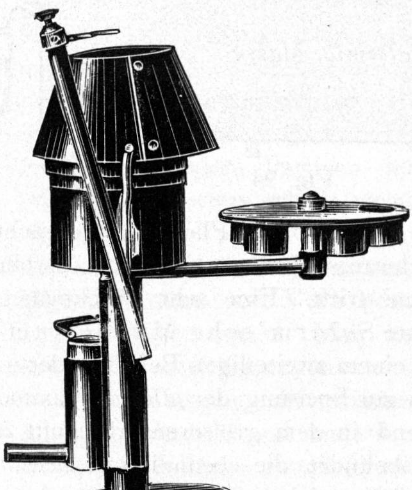


Fig. 95.

teller aufgehäufte Explosivgemisch schleudert. Gute Explosivgemische sind z. B.: Blitzpulver.

Pulverisiertes Magnesium	80 Teile,
Chlorsaures Kali	60 Teile,
Schwefelantimon	1 Teil.

Ein anderes von Professor Müller in Braunschweig empfohlenes, weniger explosives Gemisch besteht aus

Magnesium	45 Teile,
Überchlorsaurem Kali	$27^{1}/_{2}$ Teile,
Chlorsaurem Kali	$27^{1}/_{2}$ Teile.

Jeder der Bestandteile dieser Gemische wird einzeln fein pulverisiert oder noch besser fein pulverisiert gekauft. Die Mischung aller drei erfolgt unter großser Vorsicht auf Papier mittelst einer Federfahne. Namentlich das erstere Gemisch vermag sich auch durch Schlag und Reibung zu entzünden.

Eine gute Beleuchtung mit Magnesiumblitzlicht ist in einfacher Weise nur unter Verwendung von mindestens 2 Lampen möglich. Ist man auf eine angewiesen, so muſs in derselben Weise, wie es oben für die Porträtaufnahme im Zimmer mit einem Fenster geschildert wurde, die Schattenseite nach Möglichkeit durch weiſse Reflektoren aufgehellt werden. Wenn die Magnesiumaufnahmen nicht geschickt gemacht werden, so erhalten die Gesichter häufig ein sehr unangenehmes, speckig glänzendes Aussehen. Dies läſst sich aber vollständig vermeiden, und eine gute Blitzaufnahme darf sich nicht wesentlich von einer bei Tageslicht gemachten unterscheiden. Handelt es sich um Aufnahme von Personen, so stellt man die Lampen so auf, daſs sie als Seitenoberlicht wirken. Verfasser benutzt die in Figur 96 skizzierte Anordnung. Die Person sitzt bei *p*, der Apparat steht zwischen beiden Lampen in *a*; die eine Lampe, welche zur Erleuchtung der Lichtseite dient, steht in etwa $1^{1}/_{2}$ m Entfernung in einer Höhe von 2—$2^{1}/_{2}$ m, die andere in einer Entfernung von 2—$2^{1}/_{2}$ m in der gleichen Höhe wie die vorige. Um das direkte Einfallen des Lichtes in das Objektiv zu vermeiden, wird die Kamera mit einem provisorischen Vorbau versehen und hinter die Lampen ein groſser weiſser Karton gestellt, der gleichzeitig als Reflektor dient. Auf diese Weise ist auch die in Figur 97 wiedergegebene Gruppe unter schwierigen räumlichen Verhältnissen hergestellt. Mit Hülfe des Blitzlichtes kann man mangelhaftes Tageslicht vollwertig er-

Anordnung der Beleuchtung.

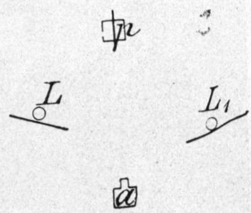


Fig. 96.

setzen, und es empfiehlt sich für alle diejenigen, die in Krankenhäusern etc. ihre Aufnahmen zu machen haben, mit dieser Technik

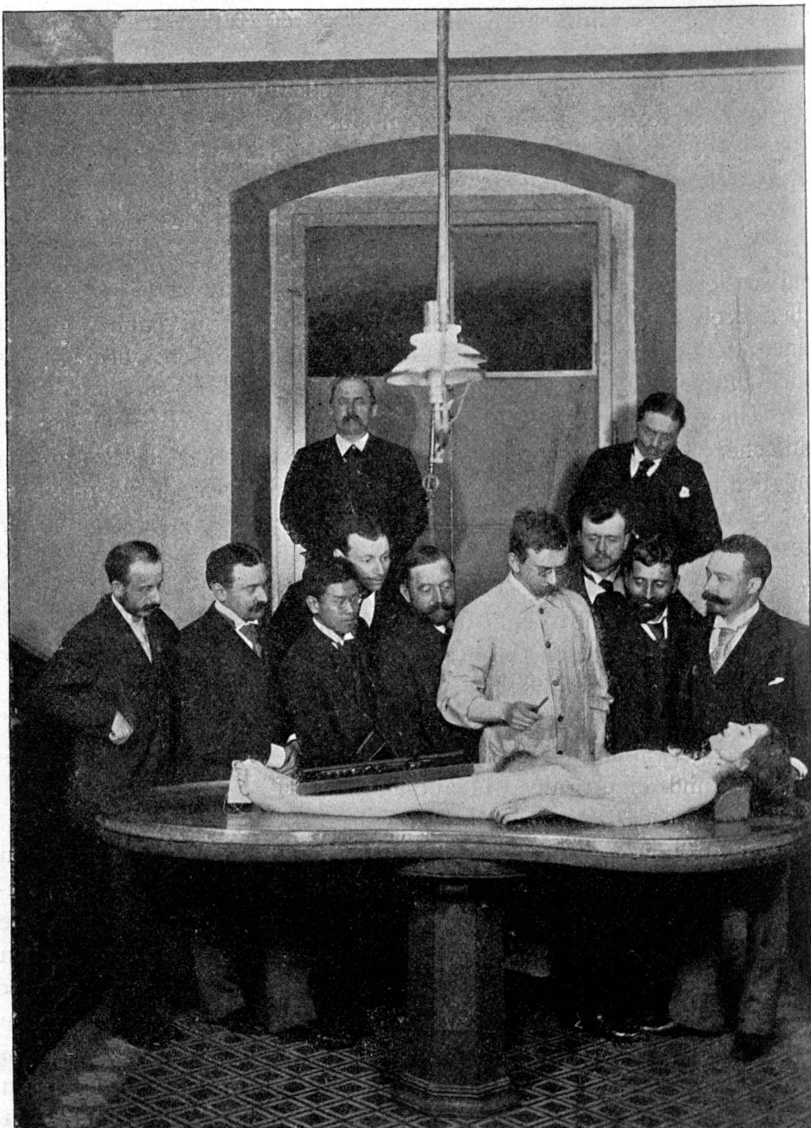


Fig. 97.

sich gut vertraut zu machen. Die Belichtung ist eine momentane, sodafs es nur wenige Menschen giebt, die ihre Augen so schnell zu schliefsen vermögen, dafs sie auf dem Bilde mit geschlossenen Lidern

erscheinen. Bei der langsameren Verbrennung von reinem Magnesiumpulver ist dies die Regel, da bei dem intensiven Blitz die Schliefsung der Augen reflektorisch erfolgt. Namentlich für Irrenanstalten an tobsüchtigen Kranken und dergl. läfst sich, falls ein Atelier nicht vorhanden ist, kaum auf andere Weise bei der Aufnahme verfahren. Vor und während der Aufnahme beleuchte man mit Petroleumlicht, damit die Gesichter ihr gewöhnliches Aussehen behalten. Die Aktinität dieses Lichtes ist sehr gering und nur bei langer Exposition und direktem Einfall ins Objektiv schädlich.

Hat man gröfsere Gruppen und insbesondere Gruppen in Verbindung mit Interieurs, wie Aufnahmen von Fabrikbetrieben, Bühnenscenen, chirurgische Operationen u. s. w., zu machen, so genügt meist die Anwendung von Lampen nicht, um eine Lichtquelle von Ersatz der Lampen.

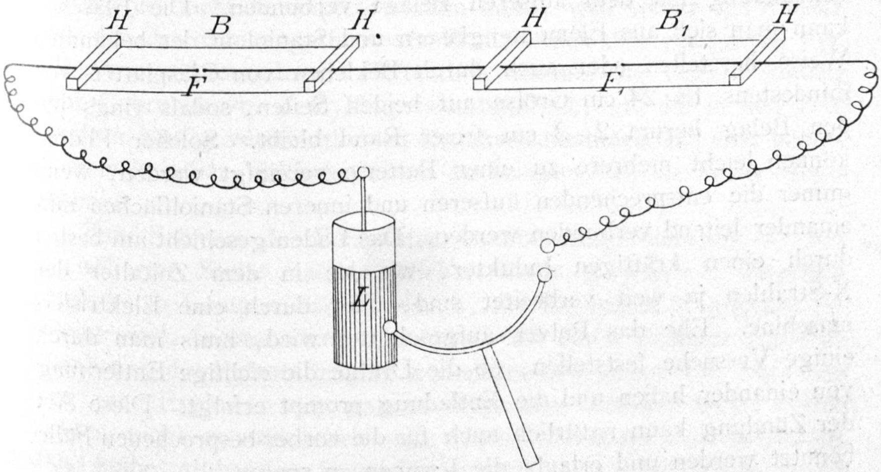


Fig. 98.

hinreichender Ausdehnung zu erzeugen. In solchen Fällen schüttet man das Magnesiumblitzgemisch auf Blechstreifen von einhalb bis drei Metern Länge, je nach der Ausdehnung des Gegenstandes, die im übrigen genau so angeordnet werden wie die Lampen. Zur **gleichzeitigen Entzündung** dient am besten eine aus Schiefsbaumwolle bestehende Schnur, wie sie unter den verschiedensten Namen, wie elektrische Zündschnur und dergl., zum Anzünden der Lichter am Weihnachtsbaume im Handel ist. Sollte die Anarchistenfurcht auch diese staatsvernichtende Schnur aus dem Handel verdrängen, dann mufs man, wenn man die immerhin umständliche Selbstdarstellung scheut, sich mit Salpeterpapier oder der **elektrischen Zündung** behelfen. Letztere geschieht am sichersten durch kräftige Funken einer gröfseren Leydener Flasche. Die An-

ordnung ist die in Figur 98 skizzierte. An den Rändern der beiden Blechstreifen B und B_1 werden zwei Holzbrettchen H, H oder Klötzchen zur Isolierung angebracht, durch die ein genügend dicker Eisendraht gesteckt wird, der in der Mitte eine Unterbrechung F hat, deren Gröſse sich nach der Länge des Funkens richtet, mindestens aber 2 mm betragen soll. Dabei ist darauf zu achten, daſs zwar die Drahtenden mit dem Explosivgemisch bedeckt sind, aber doch ein freier Raum zwischen ihnen bestehen bleibt, weil sonst unter Umständen die Elektrizität ohne Funkenbildung sich durch die leitende Magnesiumschicht fortpflanzt und die Entzündung ausbleibt. Die Verbindung des einen Drahtendes mit dem inneren Belag der Flasche ergiebt sich ohne weiteres aus der Figur. Das andere Ende wird erst im Augenblicke der beabsichtigten Entzündung mit dem äuſseren Belage verbunden. Die Flaschen kann man sich aus Elementengläsern und Staniol in der bekannten Weise herstellen oder auch durch Bekleben von Glasplatten von mindestens 18 : 24 cm Gröſse auf beiden Seiten, sodaſs rings um den Belag herum 2—3 cm freier Rand bleibt. Solcher Platten können leicht mehrere zu einer Batterie vereinigt werden, wenn immer die entsprechenden äuſseren und inneren Staniolflächen miteinander leitend verbunden werden. Das Laden geschieht am besten durch einen kräftigen Induktor, wie sie in dem Zeitalter der X-Strahlen ja weit verbreitet sind, oder durch eine Elektrisiermaschine. Ehe das Pulver aufgeschüttet wird, muſs man durch einige Versuche feststellen, ob die Drähte die richtige Entfernung von einander haben und die Entladung prompt erfolgt. Diese Art der Zündung kann natürlich auch für die vorher besprochenen Fälle benutzt werden und erlaubt die Lampen zu sparen.

Einzelbilder. Sollen gröſsere Einzelporträts mit Blitzlicht aufgenommen werden, so ist es vorteilhaft, vor den Lampen einen groſsen Bogen Seidenpapier zur Dämpfung des Lichtes aufzuhängen, um eine bessere und weichere Durcharbeitung zu erzielen.

Kombination von Magnesium- und Tageslicht. Häufig ist es vorteilhaft, Magnesium- mit Tageslicht zu kombinieren. So namentlich bei schwierigen Interieuraufnahmen, bei denen gegen ein Fenster exponiert wird, oder wo die Lage der Fenster eine solche ist, daſs groſse Teile des Zimmers ohne direktes Licht bleiben. Alle derartigen Aufnahmen empfiehlt es sich, wenn man nicht groſse Übung in der Beurteilung der resultierenden Effekte hat, zunächst probeweise zu machen, um sich vor der endgültigen Aufnahme nochmals von der richtigen Beleuchtung und Wirkung des Bildes zu überzeugen. Auch bei Porträtaufnahmen im Zimmer kann man durch die Zuhilfenahme des

Blitzlichtes manche schönen Effekte erreichen. Je nach der Menge des verwendeten Pulvers kann die von ihm beleuchtete Seite zur Licht- oder Schattenseite gemacht werden. Man exponiert zunächst mit einem geeigneten Verschlusse so lange, als das Tageslicht für die von ihm erleuchteten Partieen erfordert, blitzt dann und schließt das Objektiv sofort.

Magnesiumlicht in der ärztlichen Praxis.

Schon erwähnt wurde, daß das Magnesiumlicht namentlich geeignet ist, Besonderheiten der Haut gut wiederzugeben, und es verdient daher hervorragende Berücksichtigung in der photographischen Praxis der Hautärzte. Überhaupt kann es dem Arzte, wie gelegentlich schon angedeutet wurde, vielfach die besten Dienste leisten, weil es ihm die Möglichkeit giebt, in fast allen Fällen die Beleuchtung nach seinen Wünschen zu regulieren, was von dem Tageslichte nicht behauptet werden kann, weil weder das Objekt, noch der Ort dazu angethan sein können, sich den geeigneten Verhältnissen unterzuordnen. Hoffentlich machen die Herren künftig mehr Gebrauch von dem Magnesiumblitzlicht, um die in den Zeitschriften häufig veröffentlichten Krankenaufnahmen auf eine höhere Stufe technischer Vollkommenheit zu bringen, als sie in der Regel stehen.

Zur Beachtung!

Zum Schlusse der Betrachtungen über Magnesiumlicht sei hier an isolierter Stelle nachdrücklichst davor gewarnt, Explosivgemische in Lampen zu verbrennen, die für reines Magnesium bestimmt sind, insbesondere in solchen, die einen Behälter zur Aufbewahrung des Pulvers tragen, weil andernfalls sicher über kurz oder lang eine Explosion des ganzen Apparates eintreten wird, dessen Folgen nicht zu übersehen sind. Desgleichen sei man vorsichtig, daß keine glühenden Partikelchen auf leicht entzündliche Stoffe fallen können. Endlich soll zum Durchblasen von Magnesiumpulver oder Explosivgemischen durch eine Flamme eine Gummibirne verwendet werden und nicht die Lungenkraft, weil namentlich bei kurzen Röhren leicht die Entzündung sich nach rückwärts fortpflanzen kann.

Fernaufnahmen. Zeiß' Teleobjektiv.

Zum Schlusse sei noch im Zusammenhange der **Aufnahmen mit Fernobjektiven** gedacht. Von ihnen sind es im wesentlichen zwei Haupttypen, die für unsere Zwecke in Betracht kommen, zunächst das neue Teleobjektiv von Zeiß, welches in Fig. 55 abgebildet ist. Der positive Teil ist ein aus vier Linsen verkittetes System mit einer relativen Öffnung von 1 : 3. Diese große Lichtstärke ermöglicht es, mit diesem Instrument bei günstigem Wetter Momentaufnahmen von mäßiger Schnelligkeit zu machen. Objekte von mehr als 50—100 m Entfernung werden sich dazu wenig eignen,

weil gröſsere Entfernungen die Einschaltung einer Gelbscheibe wünschenswert oder direkt nötig machen. Über die Theorie dieser Instrumente sei hier hinweggegangen. Sie ist in der Seite 87 citierten Abhandlung Dr. Rudolphs eingehend besprochen. Für Aufnahmen, welche ganz exakte Zeichnung verlangen, eignen sich diese Kombinationen nicht, weil die Verzeichnung wie bei allen Einzellinsen auch bei dem Telepositiv nicht völlig beseitigt ist. Fernerhin ist auch die Bildfeldwölbung recht merklich und die Korrektion des Astigmatismus mangelhaft. Vorläufig besitzt leider die Optik noch nicht die Mittel, diese Linsenfehler bei den in Rede stehenden Systemen zu beseitigen. Wo diese Fehler nicht erheblich schaden, sind die Zeiſslinsen recht wohl verwendbar. Das wichtigste Verwendungsgebiet dürfte infolgedessen die gewöhnliche Landschafts- und Porträtphotographie sein, zumal die Lichtstärke auch für den Gebrauch im Atelier ausreicht.

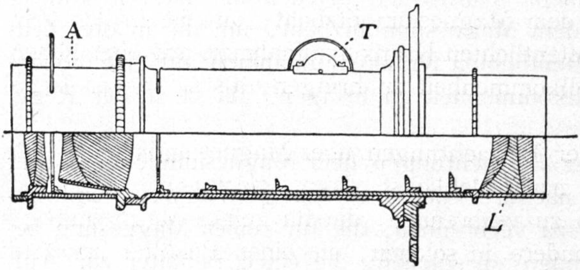


Fig. 99.

In jedem Teleobjektiv besitzt man ein System mit veränderlicher Brennweite und kann demgemäſs von demselben Standpunkte aus mit ein und demselben Objektiv das Objekt in verschiedener Gröſse aufnehmen. Sehr wesentlich ist fernerhin der Vorteil, daſs der nötige Kamera-Auszug erheblich kürzer ist, als ein gewöhnliches Objektiv entsprechender Brennweite erfordert. Die Einstellung erfolgt auf die Weise, daſs bei einer bestimmten Länge des Kameraauszuges ein Bestandteil des Fernobjektivs durch einen an seiner Fassung angebrachten Trieb so lange verstellt wird, bis das Bild auf der Mattscheibe scharf erscheint. Hierbei muſs mit groſser Genauigkeit vorgegangen werden, und wer diese Art der Einstellung nicht gewohnt ist, hat anfangs manche Schwierigkeiten, zumal die Bilder häufig sehr lichtschwach sind. Gute Dienste leistet bei der Einstellung eine schwach vergröſsernde Einstelllupe. Die

Steinheils Teleobjektiv.

Schärfe des Bildes ist bei dem Zeiſsschen Objektiv geringer als bei dem Steinheilschen, welches als Vertreter der zweiten Gattung der Fernobjektive hier angeführt sei. In Fig. 99 ist seine Konstruktion dargestellt. *A* ist der positive Teil, ein Gruppenantiplanet, *L* die negative Linse, welche durch den Trieb *T* gegen das Positiv verstellt wird, während bei dem Zeiſsschen Teleobjektiv

das positive Element verschiebbar ist. Das Steinheilsche Instrument ist lichtschwächer als das Zeifssche, dafür aber frei von Verzeichnung, mit guter Tiefe der Schärfe und von präciserer Schärfe der Zeichnung. Ihm geben hervorragende »Telephotographen« den Vorzug in allen Fällen, wo seine Lichtstärke genügt. Übrigens hofft die Firma C. A. Steinheil in München, nach einer privaten Mitteilung, in Bälde auch ein lichtstärkeres Positiv ausgeben zu können. Aufser mit dem Gruppenantiplaneten können die Negativlinsen bei dem Steinheilschen, wie bei den Instrumenten anderen Ursprunges, auch mit anderen richtig zeichnenden Positivkomponenten verbunden werden, wenn deren Öffnung 1 : 7,7 nicht überschreitet. Es dürfte jedoch ratsam sein, jedesmal das von der Werkstätte als geeignetste bezeichnete Objektiv zu verwenden.

Das Fernobjektiv ist mit Vorteil für verschiedene Zwecke zu gebrauchen. Zuerst kommen die Aufnahmen in Betracht, die ihm zu seinem Namen verholfen haben, die Fernaufnahmen, d. h. solche, die mit gewöhnlichen Objektiven hergestellt, so klein werden, dafs sie nicht mehr zu dem beabsichtigten Zwecke eines Detailstudiums brauchbar sind. Wo die Grenze für die »Ferne« zu ziehen ist, kann man schwer sagen. Wir wollen sie aus praktischen Rücksichten auf etwa 100 m annehmen. Der Grund ist die zwischen Objekt und Objektiv liegende Luft. »Duften die Berge blau«, wie mancher singt das bekannte Thüringer Volkslied, ohne sich jemals darüber klar geworden zu sein, dafs nichts anderes die Berge blau färbt, als unsere blau gefärbte Luft. Den Photographen zwingt die Bläue durch ihre starke Wirkung auf seine Silberschichten zur Anwendung der orthochromatischen Platten, ja einer Gelbscheibe. Sind die Entfernungen unter 100 m, so kann man dieser beiden entraten. Je weiter das Objekt abliegt, um so dunklere Gelbscheiben sind erforderlich. Die hohe Empfindlichkeit der Fernobjektive gegen Beeinträchtigung des regulären Strahlenganges erfordert sehr gute, möglichst homogene, planparallele Scheiben. Wirkliche Planparallelscheiben sind auf Bestellung gefertigt teuer, und es dürfte im Interesse der optischen Anstalten und des Käufers liegen, wenn jedem Teleobjektiv ein Paar solcher Scheiben mit entsprechender, für das positive Element passender Fassung, eine hellere und eine dunklere gratis beigegeben und angepafst würden. Bei dem Preise der Linsen fällt dies für die optischen Institute nicht ins Gewicht, der Käufer aber wird weniger Mifserfolge haben, und infolgedessen wird durch eine gröfsere Verbreitung der Linsen das Opfer der Werkstätten ausgeglichen. Aufser der Farbe der Luft ist auch ihre Unruhe eine Quelle mancher Mifserfolge. Wer sich nicht gelegent-

Fern-aufnahmen.

Einflufs der Luft.

lich mit astronomischen Beobachtungen beschäftigt hat, wird ihr wohl kaum eine besondere Beachtung geschenkt haben. Bei den Fernaufnahmen wird man sich aber gerade so oft darüber ärgern können, wie der Astronom bei seinen feineren Arbeiten. Es ist wohl zu unterscheiden zwischen Wind und der sog. Unruhe. Der Wind vermag an der Kamera zu rütteln oder die Aufnahmeobjekte zu bewegen und so die Ursache »verwackelter« Bilder zu werden, die Luftunruhe kann aber bei dem windstillsten Wetter eine Fernaufnahme vereiteln. Am bekanntesten und deutlichsten sind Ursache und Wirkung der Luftunruhe bei dem Flimmern über sonnenbestrahlten dunklen Metallflächen, und wie hier im kleinen findet sie sich im grofsen an vielen Orten in der freien Natur. Findet sich zwischen Objekt und Objektiv bei Fernaufnahmen irgend eine derartige unruhige Luftzone, so wird sie die Ursache teilweiser oder völliger Unschärfe des Bildes. Daraus folgt, dafs Teleaufnahmen nur bei ruhiger Luft gemacht werden sollen. Ungünstig sind daher heifse, sonnige Tage, namentlich die Nachmittagsstunden. Die Luft pflegt am durchsichtigsten und ruhigsten zu sein nach einem kurzen, kräftigen Gewitterregen, der sie gleichmäfsig abkühlt und auch die Erde und alles, was sie trägt, erfrischt und kühlt. Häufig fällt selbst ganz Unbefangenen dann die ungewöhnliche Klarheit auf, so dafs die Ferne ihnen »greifbar« erscheint. Ähnliche günstige Momente kommen auch bei anderen Gelegenheiten vor und müssen eifrig ausgenutzt werden. Dafs bei dunstiger oder gar nebeliger Luft keine brauchbare Fernsicht aufgenommen werden kann, ist wohl selbstredend, und dann nutzt auch die Gelbscheibe nichts mehr. Aus alledem folgt, dafs man sich für Teleaufnahmen eine möglichst windstille, klare und ruhige Stunde aussuchen mufs. Hat man nicht die Überzeugung, dafs diese Bedingungen erfüllt sind, sehe man lieber von der Exposition ab. Bei guter Aufmerksamkeit kann man im Sommer durchschnittlich jeden Tag eine geeignete Zeit erwarten, jedoch kommen auch mitunter Perioden, wo man acht, ja zehn Tage vergeblich auf einen günstigen Moment lauert.

Aufnahmen in geringer Entfernung.

Diese Schwierigkeiten fallen mehr oder weniger weg, wenn der Gegenstand näher als etwa 100 m sich befindet. Bei Architekturaufnahmen mufs man darauf achten, ob nicht irgendwo zwischen Apparat und Objekt eine durch lokale Lufterwärmung bedingte flimmernde Stelle sich befindet. Das ist leicht, weil man beim genauen Hinsehen ev. mit Hilfe eines Opernglases auf solche Entfernungen die Stelle direkt sehen kann. Manchmal kann man das Übel beseitigen, manchmal mufs man den Standort wechseln.

Befindet sich z. B. 6 m vor dem Apparat ein mit Blech belegtes Dach, das von der Sonne bestrahlt wird, so macht die aufsteigende heiſse, flimmernde Luft die Aufnahme unmöglich. Ein oder zwei Eimer Wasser, ein feuchtes Tuch, genügen, um die Luft zu beruhigen. Daſs derartige Fälle vorkommen, hat Verfasser an sich selbst erfahren, und es scheint sogar, daſs sie nicht selten sind. Insbesondere kann auch die aus Schornsteinen aufsteigende warme Luft manches Bild verderben. Die Aufnahmen in Entfernungen von weniger als 100 m sind für die Teleobjektive die dankbarsten und für die Zwecke der Wissenschaft wohl die häufigsten.

Anwendung des Fernobjektivs.

Die wirklichen Fernaufnahmen können dazu dienen, unzugängliche Berge, Orte, Festungen u. dergl. aufzunehmen, und gewähren namentlich auch dem Luftschiffer mancherlei Vorteile. Sie dürften aus diesen Gründen auch hervorragendes militärisches Interesse haben, und zwar nicht nur zu Rekognoszierungszwecken, sondern z. B. auch bei den Sprengversuchen zu Lande und zu Wasser. Allerdings erfordern derartige Studien das bisher lichtstärkste Zeiſssche Instrument, weil Momentaufnahmen nötig sind. Bei allgemeinerem Gebrauche wird sich bald die Vielseitigkeit der Verwendung steigern.

Die Aufnahmen aus geringeren Entfernungen können zum Detailstudium von Bauwerken, sei es zu architektonischen oder archäologischen Zwecken dienen. Sie können auch dem wandernden Naturforscher zum Studium der Tierwelt dienen, sei es, daſs die Tiere, wie die Gemsen, an unzugänglichen Felswänden weiden, oder wie die Vögel in den Wipfeln der Bäume für die gewöhnlichen Linsen zu weit entfernt sind, sei es, daſs der Photograph weit wegbleiben muſs, um nicht das natürliche Verhalten seiner Studienobjekte durch seine Nähe zu stören oder sie zu verscheuchen. Auch der Botaniker wird das Fernobjektiv ungern vermissen, wenn er Pflanzen und Pflanzenteile aufnehmen will, die im Wasser oder Sumpfe, an steilen Felsabhängen oder anderen für ihn unerreichbaren Orten stehen.

Endlich kann das Teleobjektiv auch im Atelier, im Zimmer, in Museen und Galerieen verwendet werden. Bei Aufnahmen von Schädeln und allen den Gegenständen, bei denen oben davor gewarnt wurde, das Bild zu groſs zu machen, um eine richtige Perspektive zu erhalten, kann man mit Hilfe dieses Instrumentes aus genügender Entfernung dennoch ein groſses Bild erhalten. Besser als Worte mag ein Beispiel das erläutern. In Fig. 100 ist die Aufnahme einer 33 cm hohen Bronzefigur wiedergegeben. Die Aufnahme muſste aus einer Entfernung von 6 m geschehen. Mit

dem gröſsten Objektiv, welches Verfasser zu Gebote stand, einem Voigtländerschen Euryskop von 29 cm Brennweite wurde das Bild 13 mm groſs. Von demselben Standpunkte aus wurde mit Steinheils Teleobjektiv, kombiniert aus einem Gruppenantiplaneten von 33 mm Öffnung und der Negativlinse IV das groſse Bild erhalten, bei einem Kamera-Auszuge von 48 cm. Die Aufnahme soll gleichzeitig veranschaulichen, wie ein unterexponiertes Bild aussieht und daſs bei einseitiger Beleuchtung glänzender Gegenstände sich kaum eine gute Wirkung erreichen läſst, selbst bei Aufhellung durch Reflektoren. Sie erzeugen in diesen Fällen meist störende Lichter. Wie man sie besser macht, ist oben beschrieben. Die Zeiſssche Kombination kann sogar bei gutem Lichte zu Porträtaufnahmen im Atelier verwendet werden. Kurz, das Teleobjektiv ist einer viel ausgedehnteren Anwendung in der täglichen Praxis des auf wissenschaftlichen Gebieten arbeitenden Photographen fähig, als es bisher gefunden hat, und es ist dringend zu wünschen, daſs es sie finden möge.

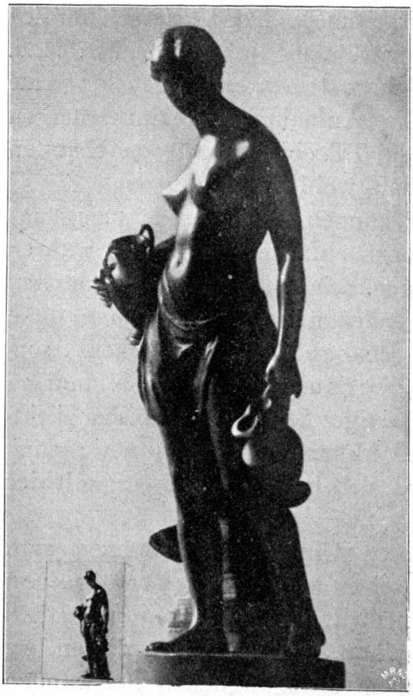


Fig. 100.

Kamera. Was nun das specielle Arbeiten mit dem Teleobjektiv betrifft, so ist zunächst eine Kamera mit möglichst langem Auszuge und recht stabilem Bau nötig. Die erreichte Vergröſserung ist abhängig von der Länge des Auszuges. Das Teleobjektiv erzeugt ein Bild bei jeder Kameralänge, die gröſser ist als die Brennweite des positiven Elementes, welches bei der Verwendung eines aplanatischen, bezw. anastigmatischen Doppelobjektives frei von Verzeichnung ist.

Bildgröſse. Die Gröſse des Bildes ist bei dem Steinheilschen Typus gleich dem Produkte aus dem Linsendurchmesser des angewandten Positivs und des Vergröſserungsverhältnisses. Bei dem vorhin erwähnten System würde also das scharfe Bild bei achtfacher Vergröſserung $33 \times 8 = 26{,}4$ cm sein. Der Durchmesser des scharfen Bildes wird also bei längerem Kamera-Auszuge immer gröſser, nicht aber

durch Abblendung. Die Blenden des positiven Teiles dienen nur zur Steigerung der Tiefe der Schärfe. Das Gesichtsfeld ist relativ klein und beträgt bei Steinheils Instrumenten ca. 10 Grad. Die näheren Verhältnisse (Maſse in cm) zwischen Kameralänge, äquivalenter Brennweite des Telesystems und des Bilddurchmessers ergeben sich aus nachstehender Tabelle. Die Zahlen für die Äquivalentbrennweite drücken gleichzeitig aus, welche Kameralänge ein gewöhnliches Objektiv erfordert, wenn das Bild die gleiche Gröſse erhalten soll wie bei der Verwendung des Teleobjektives. Nehmen wir ungefähr die Verhältnisse, die bei der in Fig. 100 wiedergegebenen Aufnahme maſsgebend waren, Gruppenantiplanet 35 mm, Vergröſserungssystem IV, 4,8malige Vergröſserung, so ergiebt sich die Kameralänge von 47 cm, während für ein gewöhnliches Objektiv 147 cm, also ein Meter mehr Auszug erforderlich wäre. Der Preis der Negativlinsen mit Fassung schwankt zwischen 50 und 130 Mark. Das angeführte System kostet 80 Mark, der Gruppenantiplanet 80 Mark, zusammen 160 Mark. Das Steinheilsche Objektiv verdient, wie gesagt, nach der Ansicht hervorragender Praktiker den Vorzug vor anderen Konstruktionen, wenn seine Lichtstärke genügt.

Fern-Objektiv	3 malige Vergröſserung			5 malige Vergröſserung			8 malige Vergröſserung			10 malige Vergröſserung		
	Kamera-Auszug	Äqu.-Brennw.	Bild-durchm.	Kamera-Auszug	Äqu.-Brennw.	Bild-durchm.	Kamera-Auszug	Äqu.-Brennw.	Bild-durchm.	Kamera-Auszug	Äqu.-Brennw.	Bild-durchm.
Gruppen-Antiplanet												
21 mm Vergr.-Syst. 1	9,5	37	6	18	62	11	29	100	18	38	124	24
" 25 mm " 2	12	43	7	21	72	13	33	115	22	42	144	27
" 29 mm " 3	15	49	9	25	82	17	39	131	28	50	164	35
" 35 mm " 4	18	55	11	31	92	21	47	147	33	62	184	43
" 38 mm " 5	22	63	12,5	36	105	23	55	168	40	70	210	47
" 43 mm " 6	26	72	14	42	120	25	64	192	45	85	240	50
" 48 mm " 7	30	82,5	15	46	137	27	73	220	55	95	275	60
" 64 mm " 8	38	108	24	63	180	42	108	288	70	130	360	90

Wer eine der oben empfohlenen Kameras 18 × 24 besitzt, hat eine auch für die Fernphotographie brauchbare Kamera. Ganz ungeeignet sind hier ebenfalls die versteiften, weil sie zu wackelig sind. Das Objektiv belastet wegen seiner Länge den Stirnteil recht erheblich. Aus diesem Grunde muſs neben der Stabilität der Kamera selber auf eine feste Aufstellung geachtet werden. Die Benutzung eines Statives ist ungünstig, weil bei dem langen Auszuge die Unterstützung des Laufbretts ungenügend ist. Daher stelle man die Stativ.

Kamera, wo irgend angängig, auf einen Tisch, Bank oder dergl. und klemme sie irgendwie fest. Thut man das, braucht man auch nicht vor jedem Lüftchen Angst zu haben. Das gewöhnliche Stativ ist nur dann einigermaſsen zuverlässig, wenn durch besonders angebrachte Streben die nach hinten und vorn überstehenden Kamerateile unterstützt werden. Im übrigen gilt über die Aufstellung der Kamera das gleiche, wie es für die gewöhnlichen Aufnahmen besprochen ist.

Expositionszeit. Über die Einstellung und den Gebrauch der Gelbscheibe und orthochromatischen Platten ist ebenfalls das Nötigste schon gesagt. Es bleibt nur noch die Bestimmung der Expositionszeiten. Wenn schon bei der gewöhnlichen Aufnahme Expositionstabellen und sonstige Hilfsmittel sehr problematisch sind, so ist das noch viel mehr bei den Teleaufnahmen der Fall. Der geübte Praktiker wird aus der Helligkeit des Bildes auf der Mattscheibe schon sehen, wie lange er exponieren muſs, und so ist der sicherste Weg, durch Versuche sich einige Sicherheit in der Schätzung der Expositionszeiten zu erwerben. Die Gelbscheiben erhöhen die Expositionen je nach der Stärke ihrer Färbung um das 4—10fache. Und so haben wir am Schluſse dieses Kapitels wieder ein Beispiel, daſs alle Theorie grau ist, und daſs sie nicht imstande ist, die eigene, vielfache Erfahrung zu ersetzen. Sie zu erwerben muſs das emsige Streben jedes Anfängers sein. Aber vor die Tugend stellten die Götter den Schweiſs! Den lasse man sich's unverdrossen kosten und verzage nicht, wenn es nicht gleich gehen will, dann wird der Erfolg nicht ausbleiben!

KAPITEL IV.

DAS NEGATIVVERFAHREN.

Um das in der Kamera erzeugte Bild dauernd festzuhalten, wird an die Stelle der Mattscheibe die lichtempfindliche Platte gebracht. Die eigentliche lichtempfindliche Substanz ist, wie schon im ersten Kapitel gesagt, ein Silbersalz. Man unterscheidet ein **nasses** und **trockenes** Verfahren. Das nasse Verfahren ist das ältere und früher ausschliefslich angewendete. Heute ist es aus der Praxis durch das Trockenverfahren bis auf einige Gebiete, namentlich der Reproduktionstechnik, fast gänzlich verdrängt und kommt für die Zwecke des vorliegenden Buches nicht in Betracht, so dafs es übergangen werden kann.

Trocken-platten.

Wir gebrauchen also ausschliefslich **Trockenplatten,** und zwar für die Negativprozesse vorwiegend Bromsilbergelatine-Trockenplatten.

Herstellung der Platten.

Ihre Herstellung erfolgt auf verschiedene Weise und kann hier nicht bis in alle Einzelheiten besprochen werden. Um dem Anfänger wenigstens eine Vorstellung zu verschaffen, möge folgende, im wesentlichen den Darlegungen H. W. Vogels entsprechende Schilderung genügen. Zunächst wird ein bestimmter Teil der zur Verwendung kommenden Gelatine nach vorherigem Einweichen im Wasserbade bei einem bestimmten Wärmegrade (ca. 48° R.) gelöst in destilliertem Wasser, das eine genau vorher bestimmte Menge Bromammonium und Jodkali gelöst enthält. Ferner wird eine berechnete Menge 20prozentiger Lösung von Höllenstein auf die gleiche Temperatur gebracht und beide sauer gemacht und nun selbstredend im Dunkelzimmer die Silberlösung unter stetigem Umrühren zur Gelatine hinzugefügt. Ist die Mischung

vollendet, so wird die erhaltene Emulsion unter öfterem Umrühren im Wasserbade etwa 1/2 Stunde gekocht. Durch Abkühlen bringt man die Masse schnell auf 24° R., setzt eine abgewogene Menge mit gleichen Teilen Wasser verdünnten Ammoniaks unter Rühren hinzu und digeriert bei ca. 30° R. etwa eine Stunde. Danach wird der Rest der vorher eingeweichten Gelatine hinzugethan und nach erfolgter Lösung durch Kühlen in Eis die Masse zum Erstarren gebracht. Sie enthält noch überschüssige Salze, die durch Auswaschen der zerkleinerten Emulsion entfernt werden müssen. Ist das geschehen, wird sie wieder in der Wärme gelöst, filtriert und dann mit der Hand oder mit besonderen Gieſsmaschinen auf die sorgfältig gereinigten und mit Wasserglas oder Chromgelatine vorpräparierten Glasplatten gleichmäſsig in bestimmter Dicke aufgetragen. Sobald die Schicht erstarrt ist, wird sie in eigens konstruierten Kästen oder Zimmern völlig getrocknet. Die Platten werden gegenwärtig von vielen Fabriken in guter Qualität hergestellt. So sind zu erwähnen die Platten von Schleuſsner, Perutz, Sachs, Unger & Hoffmann, Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation, Lomberg, Lumière, Monkoven u. s. w. Auſser von den Plattenfabriken werden von einzelnen photographischen Geschäften noch eine Reihe von Specialplatten in den Handel gebracht, die in irgend einer unbekannten Plattenfabrik hergestellt werden. Verfasser ist kein besonderer Freund von derartiger Verschleierung des Plattenursprunges und rät jedem, vorerst nur solche Platten zu kaufen, auf deren Verpackung der wirkliche Fabrikant angegeben ist. Es ist dem Anfänger dringend zu empfehlen, sich mit einer Plattensorte gründlich einzuarbeiten, um sich die erforderliche Sicherheit in der Bemessung der Expositionszeiten und der Entwicklungstechnik anzueignen. Wählt er ein mehr oder weniger obskures Fabrikat, auch wenn es einen schönen Namen hat oder auf der Umhüllung Namenszüge berühmter Leute oder andere Anlockungsmittel trägt, so ist die Garantie für gute Beschaffenheit eine relativ geringe, und auch beim Nachbezug durch andere Geschäfte und auf Reisen wird man erheblichen Schwierigkeiten begegnen.

Normalgröſsen.

Die Trockenplatten sind in bestimmten Gröſsen in den photographischen Handlungen vorrätig. Auſser den Engländern haben die meisten andern Photographen folgende Normalgröſsen angenommen: 6 : 8, 9 : 12, 12 : 16, 13 : 18, 18 : 24, 21 : 27, 24 : 30 u. s. w. Ein derartiges internationales einheitliches Plattenformat hat den Vorzug, daſs der Reisende überall die für seinen Apparat passenden Platten kaufen kann, während andernfalls die Platten

entweder erst bestellt oder aus gröſseren Formaten zurecht geschnitten werden müſsten. Ersteres ist natürlich viel zu zeitraubend und letzteres die Quelle vielen Ärgers, weil beim Beschneiden durch die Händler die Platten häufig Schaden erleiden.

Die gewöhnlichen Trockenplatten werden in verschiedenen Empfindlichkeitsgraden hergestellt. Für die Zwecke der Momentphotographie wird durch geeignete Behandlung der Emulsion eine möglichst groſse Lichtempfindlichkeit erstrebt, während für Zeitaufnahmen, insbesondere für die Landschaftsphotographie und Reproduktionen, eine weniger empfindliche, aber dafür kontrastreicher arbeitende Platte geliefert wird. Es ist oft der Wunsch geäuſsert, daſs jede Plattenschachtel neben der Emulsionsnummer auch das Datum tragen soll, an dem die Platten gegossen wurden, und fernerhin den Empfindlichkeitsgrad. Die Emulsionsnummer wird meistens angegeben, aber nur sehr selten oder richtiger nie in zuverlässiger Weise der Empfindlichkeitsgrad und das Herstellungsdatum. Der Grad der Empfindlichkeit läſst sich heute durch das Scheinersche Sensitometer unter Benutzung der Vogelschen Lichteinheit (s. Kap. I, S. 24 und 25) für die Zwecke der Praxis hinreichend genau ermitteln, so daſs die Angabe nur durch die Bequemlichkeit der Fabrikanten unterbleibt. Die alte Bezifferung nach Warnerkes Skala ist so gut wie unnütz, weil deren Fehler zu groſse sind. Die Angabe des Herstellungstages der Platten scheitert aus leicht begreiflichen Gründen an dem Widerstande vieler Händler. Immerhin hat jeder Käufer die Berechtigung, das Alter seiner Platten zu erfahren, weil zu alte Platten minderwertig oder unbrauchbar sind. Platten, die älter als höchstens ein Jahr sind, dürfen nur mit Vorsicht in Gebrauch genommen werden, ihre Empfindlichkeit hat nachgelassen, und meist sind sie mehr oder weniger schleierig geworden. Insbesondere treten bei diesen alten Platten ziemlich breite und intensive Randschleier auf, deren Ursprung vielfach der Verpackung zugeschrieben wird. Die Platten können, wie öfters angegeben ist, sich länger brauchbar erhalten, aber sie müssen es nicht. Durch Experimente, namentlich von Astronomen (Wolf u. a.), ist festgestellt, daſs die Platten ihre höchste Empfindlichkeit haben, wenn sie etwa zwei bis vier Monate alt sind, später jedoch wieder an Empfindlichkeit verlieren. Bei Gelegenheit vergleichender Versuche von derselben Seite hat sich herausgestellt, daſs im allgemeinen die Lumièreplatten die lichtempfindlichsten sind.

Empfindlichkeit.

Alter der Platten.

Gewöhnlich werden die Emulsionen auf **Glas** aufgetragen, jedoch haften direkt aufgetragene Schichten nicht immer so fest,

Glasplatten.

dafs sie die verschiedenen Bäder durchmachen können, ohne sich von der Unterlage abzulösen. Die Platten »kräuseln« zuerst am Rande, und schliefslich löst sich die ganze Schicht vom Glase ab. Derartige Platten sind von der Verwendung auszuschliefsen, weil sich durch geeignete Vorpräparation der Glasscheiben durchaus festhaftende Schichten herstellen lassen.

Films. An Stelle des Glases hat man nach einem Ersatz gesucht, der bei gleicher Durchsichtigkeit, wie das Glas sie bietet, dessen Nachteile vermissen läfst, das grofse Gewicht und die Zerbrechlichkeit, zwei Eigenschaften, die namentlich auf Reisen sehr lästig werden können. Glimmerscheiben haben sich nicht bewährt, wohl aber in vielen Fällen das **Celluloid.** Anfangs waren die Celluloidfilms sehr dünn und wurden in der Regel nicht als geschnittene Folien, sondern als Rollen in den Handel gebracht. Späterhin wurden dickere Films hergestellt, die annähernd die Stärke eines Kartenblattes hatten, und welche unter Benutzung geeigneter Rahmen in den gewöhnlichen Kassetten verwendet werden können. Derartige Folien werden von Schleufsner, Perutz, Anthony u. a. hergestellt. Leider kann nicht verschwiegen werden, dafs die Häute der sonst vorzügliche Materialien liefernden Fabrik von Perutz öfter ungleichmäfsig ausfallen, und es ist Verfasser wiederholt vorgekommen, dafs ganze Sendungen unbrauchbar waren. Geht man mit derartigen Films vertrauensvoll auf die Reise, kann die photographische Ausbeute teilweise oder ganz verloren gehen. Besser, aber auch nicht absolut zuverlässig, sind die Schleufsner-Films. Neuerdings sind durch die Kinematographen die dünnen Rollenfilms wieder mehr in Gebrauch gekommen. Leider werden gegenwärtig in Deutschland noch keine genügend langen Rollen gefertigt, und man ist daher einstweilen noch auf das Ausland, namentlich auf Amerika, angewiesen. Hoffentlich gelingt es unsern bewährten Fabrikanten bald, nicht nur die Rollenfilms zu präparieren, sondern auch das Rohmaterial, Celluloid in Rollen, herzustellen und die den Films im allgemeinen noch anhaftenden Mängel zu beseitigen, um ihnen die Zuverlässigkeit der Platten zu geben. Gelatinehäute, die durch Gerbmittel gegen Flüssigkeiten widerstandsfähig gemacht wurden, können sich nicht einbürgern, trotz immer erneuter Versuche von verschiedenen Seiten und werden daher von den Fabrikanten als unzweckmäfsig meist wieder aufgegeben.

Farbenempfindliche Platten. Neben den gewöhnlichen Platten finden sich im Handel noch die sogenannten **farbenempfindlichen.** Sie werden von fast allen Trockenplattenfabriken, namentlich von Perutz, Schleufsner,

Sachs, Unger & Hoffmann u. s. w. in vorzüglicher und haltbarer Qualität geliefert.

Wer sich solche Platten selber herstellen will, kann dies durch Baden gewöhnlicher Platten in gewissen Farbstofflösungen thun. Man wähle zu dem Ende recht klar und schleierfrei arbeitende, nicht allzu empfindliche Plattensorten, z. B. Perutz, Lomberg u. s. w. Sie werden bei sehr gedämpftem, rotem Licht auf beiden Seiten mit einem sauberen, weichen Abstaubpinsel gereinigt und dann unter stetigem Schaukeln in einer Lösung von: Badeplatten

Ammoniak	1 ccm
destill. Wasser	100 -

während einer Minute gebadet. Dieses Vorbad hat den Zweck, die Gesamtempfindlichkeit der Platten zu steigern und das gleichmäſsige Annehmen der Farblösungen durch die Gelatineschicht zu erleichtern. Nachdem die Platte gut abgetropft ist, kommt sie direkt in die Sensibilisierungslösung. Man bereite sich eine Stammlösung von:

Erythrosin (Tetrajodfluoresceïnnatrium)	1 g
destilliertem Wasser	1000 -

Diese Lösung hält sich, im Dunkeln aufbewahrt, längere Zeit. Sodann mische man von dieser Einfaches Farbbad.

Lösung	50 ccm
destill. Wasser	150 -
Ammoniak	2 -

und bade die Platte 1—1½ Minuten unter fortwährendem Schaukeln. Jedes längere Verweilen färbt zwar die Schicht immer stärker, aber es beeinträchtigt die Empfindlichkeit, weil der auf der Oberfläche der Schicht sich ablagernde Farbstoff für die unterliegenden Schichten als Absorptionsfilter wirkt. Alsdann läſst man gut abtropfen und bei gewöhnlicher Zimmertemperatur bei völliger Dunkelheit trocknen. Durch diese Behandlung wird die Empfindlichkeit der Platten für grünes und gelbgrünes Licht gesteigert, desgleichen die Gesamtempfindlichkeit. Die Empfindlichkeit für blaues Licht wird jedoch nicht in demselben Maſse herabgedrückt, wie die für das grüne gesteigert ist. Um daher die volle Farbenwirkung zu erzielen, ist die Verwendung einer gelben Scheibe als Filter für die blauen Strahlen bei der Aufnahme erforderlich.

Noch bessere Wiedergabe der Helligkeitsintensität der Farben erhält man durch Platten, die mit Erythrosinsilber behandelt sind. Bei ihnen ist die Blauempfindlichkeit gegenüber der Steigerung der Grün- und Gelbempfindlichkeit so weit herabgedrückt, daſs eine gelbe Scheibe nur bei ganz besonderen Gelegenheiten mit Silberhaltiges Farbbad.

vielen und zarten Farbentönen wünschenswert wird. Die Allgemeinempfindlichkeit ist ebenfalls so gesteigert, daſs derartige Platten auch für Momentaufnahmen vorzüglich geeignet sind. Das Bad wird folgendermaſsen bereitet:

Lösung 1:	Erythrosin	1	g
	destill. Wasser	1000	-
Lösung 2:	Silbernitrat	1	-
	destill. Wasser	1000	-

Beide Lösungen sind im Dunkeln lange haltbar. Es werden gemischt:

Lösung 1	50	ccm
destill. Wasser	100	-
Lösung 2	40	-
Ammoniak	2	-

Auch bei dieser Behandlung empfiehlt sich ein Vorbad mit Ammoniak. Die Sensibilisationsdauer beträgt eine Minute. So behandelte Badeplatten halten sich höchstens acht Tage.

Rot-empfindliche Platten.

Wenn eine besondere Empfindlichkeit für das rote Ende des Spektrums erforderlich ist, so kann sie nach Vogel durch folgendes Bad erreicht werden:

20	ccm	Azalinlösung (Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation),
100	-	destilliertes Wasser,
2	-	Ammoniak.

Diese Platten erfordern zur Aufnahme unbedingt eine gelbe Scheibe, sind relativ unempfindlich und etwa drei Tage haltbar.

Das Hauptverwendungsgebiet der Badeplatten ist naturgemäſs für die täglichen Arbeiten im Atelier und Laboratorium. Für die Reise wird den käuflichen Platten, die in der Emulsion gefärbt sind und sich mehrere Monate halten, der Vorzug zu geben sein. Namentlich haben sich die Vogel-Obernetterschen Eosinsilberplatten von Perutz allseitig vorzüglich bewährt.

In den angegebenen Bädern lassen sich hintereinander etwa sechs Platten sensibilisieren bis zur Gröſse von 13 : 18. Alsdann könnte durch Zusatz von 1 ccm Ammoniak das Bad nochmals für einige Platten brauchbar gemacht werden. Es ist jedoch besser, dann eine neue Lösung herzustellen, weil Unreinlichkeiten, wie sie durch Ablösung von Emulsionsteilchen, Staub u. dergl., entstehen, leicht Fehler hervorrufen. Zudem ist der Herstellungspreis ein verschwindend kleiner.

Lichthof-freie u. abziehbare Platten.

Auſser den bisher erwähnten Plattensorten giebt es noch einige Specialmarken im Handel. Das sind einmal die sogenannten **lichthoffreien** Platten, die schon in Kap. I S. 30 besprochen wurden,

und zwar ebenfalls als gewöhnliche und als orthochromatische. In denselben beiden Modifikationen werden endlich noch **abziehbare Platten** für solche Aufnahmen geliefert, welche durch Lichtdruck vervielfältigt werden sollen. Das Nähere darüber findet sich im Kap. IX. Die lichthoffreien Platten müssen überall da verwendet werden, wo Aufnahmen gegen das Licht zu machen sind, also namentlich bei Aufnahmen von Innenräumen, Waldinterieurs u. dergl. Insbesondere finden sie in der Astrophotographie Verwendung, weil bei den dort nötigen langen Expositionszeiten alle Sterne bis zur dritten und vierten Gröſsenklasse einen Lichthof bekommen würden. Bei der englischen Sandell-Platte bekam Verfasser zwar keinen eigentlichen Lichthof, wohl aber einen, der Coma ähnlichen, kompakten Lichtfleck um die hellen Sterne herum und zieht daher zu diesem Zwecke das Hintergieſsen mit gefärbtem Kollodium oder der S. 29 angegebenen Kienruſsmischung vor.

Alle Trockenplatten sind so sehr lichtempfindlich, daſs alle Manipulationen mit ihnen unter besonderen Vorsichtsmaſsregeln vorgenommen werden müssen. Um alles schädliche Licht fernzuhalten, braucht der Photograph eine Dunkelkammer, zu deren Beleuchtung er nur solche Lichtstrahlen verwendet, die auf seine Platten keine, oder nur sehr geringfügige Wirkungen ausüben.

Die **Dunkelkammer** ist nicht selten des angehenden Photographen arg vernachlässigtes Stiefkind. Die engsten, staubigsten und luftlosesten Winkel auf dem Boden und im Keller, zwischen Thüren und an diskreten Orten müssen ihm Zuflucht gewähren. So lobenswert es ist, wenn sich jemand im Falle der Not zu helfen weiſs, so irrationell ist es, zu ernsteren und regelmäſsigen Arbeiten einen ungeeigneten Raum zu wählen. Wie jeder Arbeitsraum, soll auch die Dunkelkammer zweckentsprechend sein. Dazu gehört, daſs sie hinreichend geräumig, heizbar und mit der Möglichkeit einer genügenden Ventilation ausgestattet ist. Vorteilhaft ist ferner das Vorhandensein einer Gas- und namentlich Wasserleitung mit gutem Abfluſs. Dunkelkammer.

Zur **Beleuchtung** beim Einlegen der Platten in die Kassetten und beim Hervorrufen des exponierten Bildes dient **rotes** Licht, welches, wie bereits in dem ersten Kapitel dargelegt wurde, auf die Silberverbindungen der photographischen Praxis nur eine sehr geringe Wirkung ausübt. Gleich Null ist die Wirkung aber keineswegs, und deshalb ist auch jede längere Bestrahlung selbst durch rotes Licht zu vermeiden. Als Lichtquelle kann entweder das Tageslicht oder eine der künstlichen Lichtquellen dienen. Das Tageslicht ist für die Zwecke der Dunkelkammerbeleuchtung Beleuchtung.

nicht besonders geeignet, und da man im Winter und abends doch auf künstliche Beleuchtung angewiesen ist, so thut man gut, überhaupt auf das Tageslicht zu verzichten und sich mit geeigneten künstlichen Lichtquellen zu begnügen.

Wer jedoch ein einmal vorhandenes Fenster benutzen will, muſs zunächst so viel, wie nicht unbedingt zur Erleuchtung eines in der Nähe aufgestellten Tisches nötig ist, durch Überkleben mit schwarzem Papier in doppelter Lage, oder auf andere Weise lichtsicher abschlieſsen. Vor die nun bleibende Öffnung von beispielshalber 30 : 60 cm wird zunächst ein Einsatz gebracht, der durch zwei Querleisten in drei gleiche Teile geteilt wird. Darüber wird eine senkrecht nach oben verschiebbare undurchsichtige Thüre so angebracht, daſs sie an den Querleisten, die am besten noch mit einer dicken Tuchlage überzogen sind, fest anliegt, und gestattet, nicht nur das ganze Fenster freizugeben, sondern auch nur das untere oder die beiden unteren Felder, ohne daſs von dem darüberliegenden irgendwelches Licht nach abwärts fallen könnte. Die einzelnen Abteilungen werden mit Mattglas versehen und darüber das unterste Feld mit einer roten Scheibe, das mittlere mit einer gelben überdeckt, während das oberste frei bleibt.

Rotes Überfangglas.

Die **roten Gläser** sind in zwei Sorten im Handel. Die ältere und billigere ist sogenanntes Überfangglas. Bei seiner Herstellung wird weiſses Glas in der Hitze mit einem durch Kupferoxydul rotgefärbten Glasfluſs überzogen. Dieser Überzug fällt nun meist sehr unregelmäſsig aus, sowohl der Farbe als der Dicke nach. In derartigen Scheiben befinden sich oft neben guten Stellen solche, die viel gelbes und grünes Licht durchlassen und deshalb zu Dunkelkammerglas ungeeignet sind. Man muſs daher die käuflichen Scheiben in ihrer ganzen Ausdehnung sorgfältig mit dem Spektroskop durchmustern und eventuell die brauchbaren Stücke herausschneiden. Wer es versäumt, seine Dunkelzimmerbeleuchtung spektroskopisch zu prüfen, wird manchen Schaden erleiden und manches ungerechte Urteil über Platten und Entwickler, sowie über seinen Lieferanten fällen. In gleicher Weise werden auch die Cylinder für die künstlichen Lichtquellen hergestellt. Genauere Anleitung zur Prüfung roter Scheiben folgt auf S. 161.

Um die Nachteile der einfachen Überfangcylinder zu verbessern, hat Miethe den Vorschlag gemacht, blaue Kobaltgläser mit Kupfer- oder Goldrubin zu überziehen. Leider sind jedoch diese Cylinder, welche theoretisch vorzügliche Resultate geben, nur sehr schwer herzustellen und springen leicht, weil die Glassorten einen verschiedenen Ausdehnungskoëffizienten haben.

Die zweite Sorte der Dunkelkammergläser ist in der **Masse gefärbt,** sog. Massivrubin. Die Herstellung (früher von der Firma Putzler, jetzt von Contny) scheint aber mit grofsen Schwierigkeiten verknüpft zu sein, da die Gläser unregelmäfsig ausfallen und oft zu dunkel sind. Gute, in der Masse gefärbte, sind den Überfanggläsern bei weitem vorzuziehen. Die gelben Gläser des Handels sind zumeist in der Masse gefärbt. Sie sollen das ganze blaue und violette Ende des Spektrums absorbieren, wenn sie zur Dunkelkammerbeleuchtung dienen sollen. Massivrubin.

An Stelle der farbigen Gläser können auch provisorische Scheiben hergestellt werden. So wird empfohlen, eine Mattscheibe mit zwei Lagen braunen Packpapiers zu überkleben und dies mit Öl transparent zu machen. Ferner giebt es rote Stoffe zur Dunkelkammerbeleuchtung. Alle derartigen Sachen sind aber nur für den Notfall, auf Reisen u. dergl., zu gebrauchen, nicht aber zur dauernden Benutzung. Ersatz des roten Glases.

Weit besser ist die Selbstherstellung von Scheiben durch gefärbte Kollodiumschichten. Durch richtige Wahl und Konzentration der Farben lassen sich bei geschickter Anwendung auf diese Weise Scheiben erzielen, die den besten Gläsern gleichkommen. Namentlich kommt diese Methode beim elektrischen Glühlicht in Verwendung. Entweder wird die Birne selbst mit der Farbschicht überzogen, oder sie wird in einen farbigen Glaskasten eingeschlossen. Recht angenehme Laternen erhält man dadurch, dafs die Glühlampe in eine Schutzhülle, wie sie beim Gebrauch der elektrischen Glühlampen im Freien üblich sind, eingeschlossen und diese Schutzglocke mit einer Farbschicht überzogen wird. Zunächst sind die Gläser einer Vorpräparation zu unterziehen, ohne deren Anwendung die Farbschichten leicht abspringen. Man überzieht das sorgfältig gereinigte Glas durch Eintauchen oder Übergiefsen mit einer auf folgende Weise bereiteten Mischung: Selbstherstellung roter Scheiben.

Gelatine	1 g
Wasser	300 -

läfst eine Stunde einweichen, löst in der Wärme und fügt hinzu 4 ccm einer wässerigen Chromalaunlösung 1 : 50.

Nach völligem Trocknen des Überzuges wird die Farbschicht aufgetragen. Zu dem Ende löst man:

1.	Aurantia	2 g
	Alkohol	40 ccm
2.	Rose bengal	5 g
	Methylalkohol	20 ccm

Dann wird gemischt:

Lösung 1	20 ccm
Lösung 2	10 -

und hinzugefügt:

4 % Collodium 90 ccm

Das Überziehen von Platten ist in Kap. I S. 30 beschrieben. Nach völligem Abtropfen stellt man die Platte, vor Staub geschützt, zum Trocknen auf. Um die leicht verletzliche Schicht zu schonen, wird am besten eine zweite, gleich behandelte Scheibe mit der ersten Schicht auf Schicht vereinigt und durch Papierstreifen am Rande verklebt. Genügt ein einmaliger Überzug noch nicht, so wird ein zweiter vor dem völligen Antrocknen des ersten hinzugefügt, und zwar faſst man die Platte nun an der Ecke, über welche vorher abgegossen wurde, um Ungleichheiten in der Schichtdicke auszugleichen.

Will man Glühlampen färben, so bringe man die Farblösung in ein Becherglas, tauche die vorpräparierte Lampe völlig ein und lasse sie dann eine Zeit lang brennen, damit das Glas sich infolge der Erwärmung ausdehnen kann. Würde man diesen kleinen Kunstgriff versäumen und nur die kalte Lampe eintauchen, so würde der Überzug beim Gebrauch bald rissig werden und abblättern. Ein einmaliges Eintauchen genügt in der Regel nicht, sondern es muſs dies zwei- oder dreimal wiederholt werden. Diese Wiederholung geschieht, noch bevor die vorige Schicht völlig getrocknet ist. Andernfalls würde sich beim erneuten Eintauchen ein Teil des Kollodiumhäutchens wieder auflösen und die Lampe ungleichmäſsig ausfallen.

Gelbscheiben.

Zur Herstellung von Gelbscheiben dient ein mit Aurantia oder Martiusgelb gefärbtes Kollodium. Es werden von einem dieser Farbstoffe gesättigte Lösungen in Alkohol hergestellt und 20 ccm durch 4 % Kollodium auf 100 ccm ergänzt. Diese selbst hergestellten Gelbscheiben übertreffen, namentlich wenn sie doppelt gegossen werden, alle käuflichen Gläser.

Die gelben Scheiben werden mit Vorteil benutzt, wenn die Negativplatten fertig entwickelt und abgespült sind, weil das rote Licht auf die Dauer die Augen stark anstrengt. Während des Fixierens schadet eine gelbe Beleuchtung nicht. Auch für alle Arbeiten mit Bromsilberpapier ist gutes gelbes Licht genügend.

Derartige, mit Anilinfarben gefärbte Scheiben und Lampen bleichen mit der Zeit aus und verlieren ihre Wirksamkeit; sobald die spektroskopische oder experimentelle Untersuchung ihre Unzuverlässigkeit ergeben hat, wird die alte Schicht mit Alkohol-Äther

entfernt und das ganze Verfahren von neuem wiederholt. Gewöhnliche Lampencylinder können, wie wohl kaum gesagt zu werden braucht, auf diese Weise nicht gefärbt werden, weil bei ihrer starken Erhitzung die Schicht verkohlt.

Glühlicht.

Die beste Lichtquelle für selbst hergestellte Laternenscheiben ist, wie gesagt, das elektrische Glühlicht, welches für die Dunkelkammerbeleuchtung den Vorzug vor allen andern Lichtquellen verdient, weil es, in eine Laterne eingeschlossen, weder durch Wärme noch Rauch lästig wird. Da es aber den wenigsten Amateuren zur Verfügung stehen dürfte, müssen sie sich mit Petroleum- oder Gaslampen begnügen.

Petroleumlampen.

Es giebt eine grofse Anzahl käuflicher **Dunkelkammerlaternen,** von denen die in Fig. 101 dargestellte einfache Petroleumlaterne mit rotem Cylinder vollständig genügt. Um das Licht, welches oben aus dem Cylinder herauskommt, abzuhalten, wird er mit einer lichtsicheren Kappe geschlossen. Natürlich mufs diese Kappe den Luftzug frei gestatten. Daher achte man darauf, dafs sie nicht, falls die Lampe gelegentlich einmal raucht, durch Rufs für den Luftstrom unwegsam gemacht wird.

Ganz brauchbar ist auch die Anordnung der Lampe in Fig. 102. Sie enthält unmittelbar über der Flamme einen gelben Cylinder und über diesem einen roten, der an einer Führung sich aufheben und in beliebiger Lage feststellen läfst.

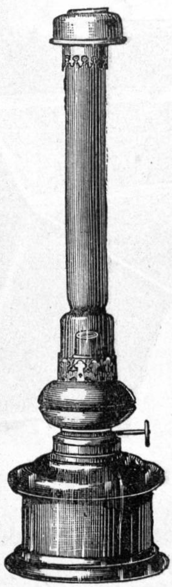


Fig. 101.

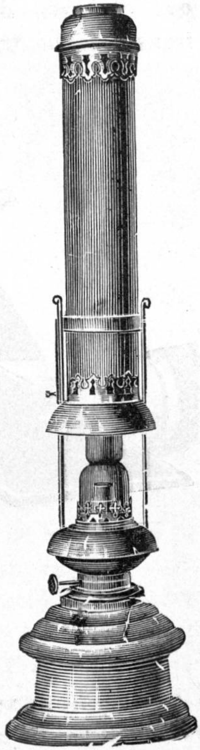


Fig. 102.

Reiselaternen.

Ähnliche Lampen, wie für Petroleum, werden auch für Gas hergestellt. Unter dem Namen »Reiselaternen« existieren noch zahlreiche kleine, meist unbrauchbare Lampen für Öl oder Kerzen. Laternen aus rotem Stoff sind in der Regel selbst als Notbehelf kaum zu gebrauchen. Mehr oder minder unzweckmäfsig sind nicht selten die gröfseren und teueren Laternen. Sie sollten senkrechte Wände haben und nicht, wie die in Fig. 103 abgebildete Lampe, geneigte, weil das Licht dann nur auf einen kleinen Teil

des Tisches fällt. Bei Arbeiten mit grofsen Platten oder mit grofsen Papierbildern genügt dann diese, lediglich für den Arbeitstisch berechnete Beleuchtung nicht mehr. Derartige Lampen sind mit verschiedenfarbigen, meist roten, gelben, grünen und weifsen, durch Blechscheiben verdeckbaren Gläsern versehen, die für alle Fälle ausreichen.

Wer keinen besonderen Raum zur Einrichtung einer Dunkelkammer zur Verfügung hat, mufs sich auf irgend eine Weise zu helfen suchen. Leicht ist Hilfe zu schaffen, wenn es sich nur um das Einlegen der Platten handelt. Es giebt zu diesem Zwecke

Wechsel-sack.

transportable **Wechselsäcke** und **-Kästen,** die zum Teil ganz brauchbar erscheinen. Aber ihr Mitführen auf Reisen, für die sie vorwiegend bestimmt sind, ist beschwerlich, und bei unvorhergesehenen Fällen, wie dem Versagen einer Wechselkassette u. s. w., sind sie in der Regel nicht zur Hand. Da man in diesen Fällen auf eine Kontrolle durch das Auge verzichten kann, so ist der beste Wechselsack der Rock oder

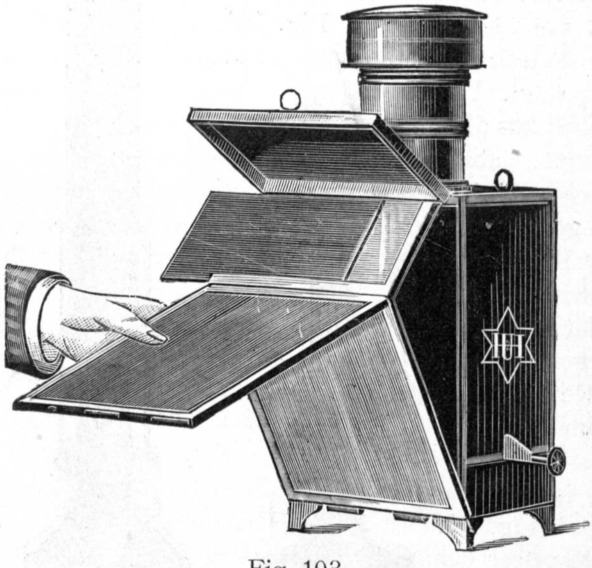


Fig. 103.

Ersatz des Wechsel-sacks.

Überzieher, soweit er aus undurchsichtigem Material von einem verständigen Schneider hergestellt ist. Er wird mit dem Futter nach unten flach auf den Boden ausgebreitet, die Ränder teils mit den Knieen, teils mit Steinen, der Kamera, oder was sich sonst bietet, festgehalten. Mit den Knieen wird am besten der Rand, an dem der Kragen sitzt, festgehalten, weil er am kürzesten ist. Eventuell kann auch ein hilfreicher Begleiter mit seinen Gliedmafsen die Steine u. s. w. vorteilhaft ersetzen. Man führt die Hände und Vorderarme durch die Ärmel des Rockes, und kann dann lediglich unter Leitung des Gefühls die Kassetten entleeren und neu füllen, die Platten einpacken, der Wechselvorrichtung nachhelfen u. s. w. Allerdings darf das Plattenformat 9 : 12 nicht erheblich übersteigen.

Verfasser hat mit diesem stets bereiten Hilfsmittel Hunderte von Platten in seine Wechselkassetten eingelegt, die exponierten in die Plattenschachtel verpackt im Eisenbahnwagen, auf der Landstraſse, am Meeresstrand, im Regen, im Sonnenschein, kurz, in allen möglichen Lagen. Auch wenn die Wechselkassette gelegentlich versagte, wurde unter dem getreuen Mantel das Hindernis beseitigt. Nicht eine Platte ist dabei verloren gegangen.

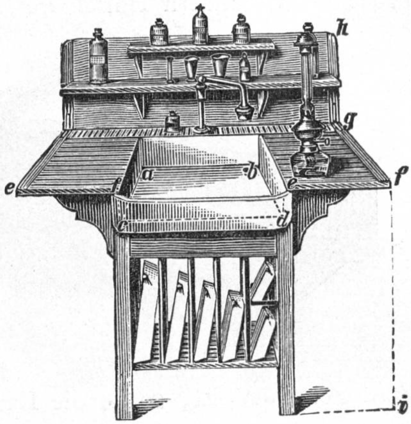


Fig. 104.

Ersatz der Dunkelkammer.

Zur Entwicklung der Platten sind diese »Dunkelkammern« nicht geeignet. Läſst sich gar kein passender Ort finden, muſs die gütige Nacht abgewartet werden, die jedes Zimmer zur Dunkelkammer macht. Absolute Dunkelheit braucht nicht zu herrschen, und sollten Mond oder Straſsenlaternen eine gröſsere Helligkeit bedingen, so genügt ein vor dem Arbeitstisch aufgespannter Regenschirm, um eine direkte Lichtwirkung abzuhalten. Ein Waschtisch mit Marmorplatte ist ein guter Arbeitstisch. Wer keinen geeigneten Tisch hat und die etwas unbequeme Lage bei der Arbeit nicht achtet, kann auch auf dem Fuſsboden arbeiten. Weniger angenehm als das nächtliche Dunkel ist das zwischen Doppelthüren, in Schränken, in Treppenverschlägen, im Keller oder anderen Orten. Aber Not bricht Eisen, und so muſs die Freude über den glücklich gefundenen Ausweg dem Photographen unter Umständen die einzige Genugthuung sein für die Qualen in derartigen Folterkammern.



Fig. 105.

Prüfung der Dunkelzimmerlampen.

Jede Lampe sollte, bevor sie in Gebrauch genommen wird, auf die geeignete Beschaffenheit ihres Lichtes geprüft werden.

Hat man kein Spektroskop zur Hand, so kann man die Prüfung auf folgende Weise vornehmen:

Eine Trockenplatte wird zur Hälfte mit undurchsichtigem Papier bedeckt, zur andern Hälfte frei gelassen und während 5 Minuten in ziemlicher Nähe, ca. 10—15 cm, von der Lampe exponiert. Zeigen bei der nachfolgenden Entwicklung die beiden Hälften einen deutlich bemerkbaren Unterschied, indem die unbedeckte Hälfte grau geworden ist, so ist die Lampe für den vorliegenden Zweck ungeeignet.

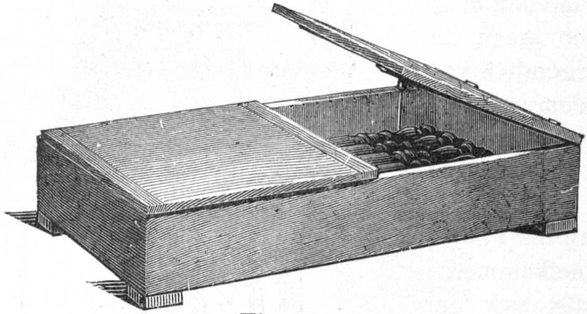


Fig. 106.

Arbeitstische.

Zur weiteren Ausstattung der Dunkelkammer gehört der **Arbeitstisch.** Natürlich kann jeder beliebige Tisch einfachster Ausstattung benutzt werden; jedoch ist es sehr angenehm, wenn das Entwickeln und Waschen der Platten über einem mit Abfluſs versehenen groſsen Becken aus Zinkblech oder Steingut unter der Wasserleitung vorgenommen werden kann. Einige Firmen liefern recht brauchbare Tische, so Talbot den in Fig. 104 abgebildeten Entwicklungstisch. Der in Fig. 105 abgebildete einfachere Tisch von Harbers eignet sich namentlich für Amateure, weil er, wie die Figur 106 zeigt, bequem zusammengelegt und beiseite gestellt werden kann. Bei *a* befindet sich ein Spritzhahn, welcher durch einen beigegebenen Gummischlauch an die Wasserleitung angeschlossen wird. Sehr kompendiös, wenn auch nur für kleinere Arbeiten geeignet, erscheint der Martinsche Arbeitsschrank Fig. 107 und 108, der gleichzeitig zum Aufbewahren von

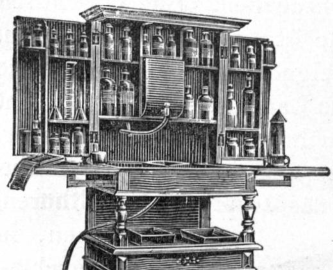


Fig. 107.

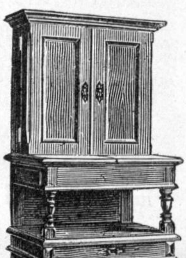


Fig. 108.

Lösungen und Platten verwendet wird und im Wohnzimmer Aufstellung finden kann.

Zum Entwickeln und Fixieren bedient man sich in der Regel **flacher Schalen** (Fig. 109) aus verschiedenstem Material. Am besten sind Glas- oder Porzellanschalen. Weniger gut sind die durch Lackschichten mehr oder weniger haltbar gemachten Blech- und Papierschalen, weil der Lack nicht gegen alle vorkommenden Chemikalien genügend widerstandsfähig ist und ziemlich bald springt oder verletzt wird. Ganz unzweckmäſsig sind Metallschalen, wie z. B. die Reinnickelschalen. Insbesondere sind für Fixierbäder Metallschalen zu vermeiden, weil sie durch silberhaltige Bäder stark angegriffen werden. Auch die Celluloïdschalen sind nicht genügend widerstandsfähig. Man sei nicht zu sparsam bei der Beschaffung von Schalen und halte daran fest, daſs für jede einzelne Operation eine besondere vorhanden ist. Auch achte man darauf, daſs die Schalen nicht zu flach sind, weil sonst beim Gebrauch leicht Flüssigkeit überflieſst. Die Gröſse der Schalen richtet sich natürlich nach dem zu verarbeitenden Plattenformat. Entwicklungsschalen.

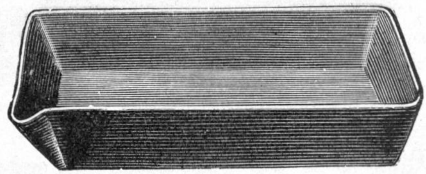


Fig. 109.

Zum Wässern der Platten nach dem Fixieren können die Schalen ebenfalls benutzt werden, namentlich wenn das Waschen durch Auf-

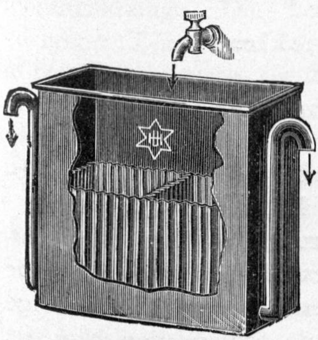


Fig. 110.

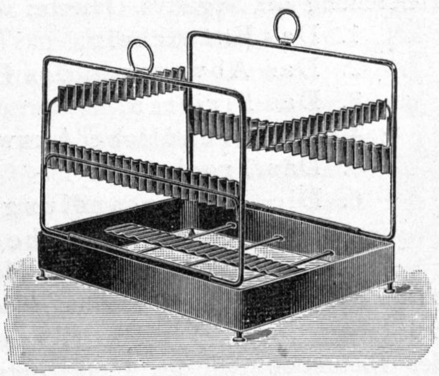


Fig. 111.

und Abgieſsen des Wassers geschieht. Wäscht man dagegen bei flieſsendem Wasser aus, so verdienen die **Waschkästen** den Vorzug, weil in ihnen die Platten senkrecht stehen und die specifisch schwereren Salzlösungen zu Boden sinken können, während sie bei flachen Schalen über der Platte stehen bleiben. Auſserdem setzen Waschkasten.

sich aus dem Wasser Unreinigkeiten ab, die bei senkrecht stehenden Platten ebenfalls sich zu Boden senken. Derartige Waschkästen, Fig. 110, sind in der Regel aus lackiertem Blech verfertigt und mit Nuten zum Einstellen der Platten versehen. Durch geeignete Einsätze können sie mit Leichtigkeit für kleinere Formate passend gemacht werden. Der Zuflufs erfolgt von oben, der Abflufs von unten durch ein aufwärts gebogenes Knierohr. Aufser diesen Kästen sind auch zusammenlegbare Blechgestelle im Handel (Fig. 111 u. 112), die in irgend ein beliebiges Waschgefäfs, ein Waschfafs u. dergl., eingesetzt werden können. Mittels eines derartigen Gestelles können die Platten unter Umständen in einem fliefsenden Wasser, einem Bach u. s. w. ausgewaschen werden. Allerdings darf man's nicht so machen, wie einst ein Freund des Verfassers, der in der angegebenen Weise seine Platten in einem rasch strömenden Gebirgsbache wusch. Er hat weder Platten noch Gestell jemals wiedergesehen.

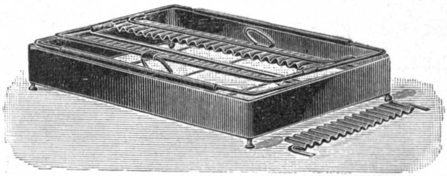


Fig. 112.

Hat jemand einen Raum zur Verfügung, der lediglich als Dunkelkammer eingerichtet wird, so ist es zweckmäfsig, Wände und Decken mit einem dumpfen Schwarz streichen zu lassen.

Nach diesen Vorbemerkungen besprechen wir nunmehr die Herstellung des Negativs. Hierbei sind folgende Operationen nötig.

1. Das Entwickeln,
2. Das Abwaschen des Entwicklers,
3. Das Fixieren,
4. Das gründliche Auswaschen der Platten,
5. Das Trocknen,
6. Die Nachbehandlung durch Verstärken, Abschwächen, Retouche und Lackieren.

Entwicklung.

Das **Entwickeln,** d. h. das Hervorrufen des durch die Lichteinwirkung entstandenen latenten Bildes, geschieht durch reduzierende Substanzen nach der auf S. 27 angegebenen Formel. Der infolge der Reduktion auf der Platte entstehende Silberniederschlag ist naturgemäfs da am stärksten, wo das Licht am stärksten eingewirkt hat, also an den hellsten Stellen des Originals und wird in seiner Intensität wechseln je nach der Helligkeit des Objektes. Je heller das letztere, um so schwärzer und undurchsichtiger wird das Bild, und je dunkler jenes, um so durchsichtiger das Negativ. Wir erhalten also ein Bild, welches die Helligkeitsintensitäten wiedergiebt,

durch einen mehr oder weniger undurchsichtigen Silberniederschlag. Zu dieser umgekehrten Wiedergabe der Helligkeit kommt noch, daſs auch die Lage des Bildes eine der Wirklichkeit völlig entgegengesetzte ist, da durch die Linsen rechts und links, oben und unten vertauscht ist. Daher kommt die Bezeichnung des entwickelten Bildes als »Negativ«.

Das Entwickeln geschieht bei rotem Licht, und insbesondere zu Anfang der Arbeit soll die Platte möglichst wenig den Strahlen der roten Lampe ausgesetzt werden. Die Platte wird in eine genügend groſse Entwicklungsschale gelegt und der vorher gemischte Entwickler in einem Zuge schnell darüber gegossen. Die weitere Entwicklung erfolgt unter langsamem Schaukeln der Schale, um immer neuen Teilen des Entwicklers den Zutritt zur Silberschicht zu ermöglichen. Dies Schaukeln soll in den verschiedensten Richtungen erfolgen, weil sich sonst leicht Flecke bilden. Ist nämlich der Entwickler an einer Stelle einmal nicht ordentlich übergeflossen, thut er es in der Regel auch, wenn sich die Bewegung gleich bleibt, die folgenden Male nicht und so bleiben diese Stellen in der Entwicklung zurück. Sollen die Platten in die bereits in der Wanne befindliche Flüssigkeit gelegt werden, so läſst man diese durch starkes Neigen auf eine Seite flieſsen, legt die Platte auf den Boden der Schale, neigt sie nun schnell in der entgegengesetzten Richtung und erleichtert das Überflieſsen durch Hin- und Herrütteln der ganzen Schale.

Von einiger Wichtigkeit ist auch die Temperatur der Entwicklungslösung. Die beste Temperatur ist ca. 18° C. Bei niedrigerer Temperatur als 5° wirken fast alle Entwickler nicht, und bei Temperaturen, die 25° überschreiten, pflegt die Entwicklung zwar schnell vor sich zu gehen, jedoch werden hierbei die Platten gewöhnlich von einem grauen Schleier überzogen und flau.

Bei der Entwicklung der Platten ist es wichtig, zu wissen, wie sie exponiert sind, und man kann sie daher in zwei Hauptgruppen teilen, in solche, deren Expositionszeit man kennt und in solche, bei denen man unsicher ist. Durch geeignete Wahl der Entwickler läſst sich die Verschiedenheit der Exposition in ziemlich weitem Maſse ausgleichen. Am schlimmsten steht es mit den zu wenig belichteten, den unterexponierten Platten. Bei erheblicher Unterexposition wird sich nie ein gutes Negativ erzeugen lassen. Die Platten werden, wie der Photograph sagt, »hart«, das heiſst, die Übergangstöne zwischen Licht und Schatten fehlen, und Hell und Dunkel stöſst unvermittelt aneinander. Ein Beispiel für das Aussehen derartiger Bilder giebt Fig. 100. Weit eher kann eine Über-

exposition ausgeglichen werden. Am besten ist es natürlich, wenn die Belichtungsdauer die richtige war. Wie man sich im einzelnen bei diesen Möglichkeiten zu verhalten hat, hängt ab von dem jeweils gebrauchten Entwickler. Jeder Anfänger arbeite sich zuerst mit einem bestimmten Entwickler und einer bestimmten Plattensorte ein. Hat er sich mit ihnen genügende technische Fertigkeiten und die Fähigkeit, ein Negativ zu beurteilen, erworben, dann kann er auch andere Substanzen wählen und je nach dem gewünschten Resultat die geeignetsten Entwickler in Anwendung bringen.

Herstellung d. Lösungen.

Bei der Herstellung der Lösungen sollen die angeführten Mengen der Substanzen ausschließlich in destilliertem Wasser in der angegebenen Reihenfolge nacheinander gelöst werden. Die Lösung zu filtrieren ist in der Regel nicht zweckmäßig, weil dadurch dem Sauerstoff der Luft die Möglichkeit gegeben wird, die Zersetzung der Lösung zu beschleunigen.

Rodinal.

Ein sehr einfacher und bequemer, in fertiger Lösung käuflicher Entwickler ist das **Rodinal.** Es ist eine konzentrierte Lösung eines Alkalisalzes des Paramidophenols mit Zusatz von neutralem Natriumsulphit. Das **Sulphit** hat bei allen Entwicklern die Aufgabe, den Sauerstoff, der aus der Luft Zutritt findet, aufzunehmen und die Lösung haltbarer zu machen. Es soll wasserklare Krystalle darstellen und keine Spur von Verwitterung tragen. Durch den Sauerstoff der Luft wird nämlich das Sulphit in schwefelsaures Natron verwandelt, welches für die Konservierung der Entwickler unwirksam ist, weil es keinen Sauerstoff mehr zu binden vermag. Die wässerige Lösung darf rotes Lackmuspapier nicht blau färben, weil bei alkalischer Reaktion die Lösung wenig haltbar wird. Durch vorsichtigen, tropfenweisen Zusatz von reiner Schwefelsäure muß daher die Lösung des Sulphits gegebenen Falles neutralisiert werden. Zur Benutzung braucht das Rodinal nur mit einer entsprechenden Menge Wasser verdünnt zu werden. Da eine ganze Anzahl der gangbarsten Plattensorten leicht zur Schleierbildung bei der Entwicklung mit Rodinal neigt, so ist es zweckmäßig, dem Entwickler immer etwas wässerige Bromkaliumlösung (1 : 10) zuzusetzen.

Sulphit.

Bromkali.

Das **Bromkali** ist eines der unentbehrlichsten Hilfsmittel bei der Entwicklung, und der Anfänger kann sich nicht früh genug mit seiner Wirkungsweise vertraut machen. Bromkali ist ein Verzögerer, d. h. es verlangsamt die reduzierende Wirkung der Entwickler und verhindert die Bildung von Schleiern.

Unter Schleiern im Negativverfahren versteht man ein mehr oder weniger intensives, gleichmäſsiges Grauwerden der ganzen Schicht. Ein Teil dieser Schleier wird dadurch erzeugt, daſs zu energische Entwickler auch das nicht belichtete Bromsilber zu verändern imstande sind. Eine weitere Ursache für ihre Entstehung ist zu groſses Alter der Platten und Nebenbelichtung vor dem Einlegen oder während der Entwicklung. In allen diesen Fällen zeigt sich auch der Teil der Platten, welcher durch den Kassettenrahmen oder die Vorreiber in der Kassette bedeckt ist, grau. Wird der Schleier durch Nebenlicht und Fehler bei der Exposition erzeugt, so bleiben diese Stellen natürlich klar. Die Wirkung des Bromkalis macht sich nur bei den Schleiern bemerkbar, welche durch den Entwickler hervorgerufen werden. Da fast alle Platten einen geringen Bromkaliüberschuſs in der Emulsion enthalten, der sich beim Entwickeln in der übergegossenen Flüssigkeit löst, so findet sich in jedem gebrauchten Entwickler Bromkali, und dieser ist daher, zumal er an Intensität der Wirkung ebenfalls eingebüſst hat, mit groſsem Vorteil an Stelle der frischen Lösung mit Bromkali-Zusatz zu verwenden. Man mischt dann in der Regel die nötige Menge aus ein Drittel bis ein Halb alten Entwicklers mit dem entsprechenden Quantum ungebrauchten. Die gebrauchte Lösung muſs in möglichst gefüllten und gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden. Die Haltbarkeit dieser alten Lösungen ist je nach der Art des Entwicklers verschieden. Rodinal hält sich verdünnt nicht sehr lange, es wird braun und damit unwirksam. Merkwürdiger Weise sind bereits gebrauchte Verdünnungen viel länger haltbar. Die konzentrierte Lösung färbt sich mit der Zeit auch, bleibt aber in gut verschlossenen Flaschen noch sehr lange wirksam und erst, wenn sie nahezu schwarz geworden ist, thut man gut, sie fortzugieſsen.

Schleier.

Gebrauchter Entwickler.

Das Rodinal verträgt einen ziemlich erheblichen Zusatz von Bromkali. Richtig exponierte Platten werden entwickelt mit:

Rodinal	1 ccm
Wasser	30 -
Bromkali	1—2 Tropfen.

Zum Verdünnen braucht, wenn die benutzte Lösung nicht aufgehoben werden soll, kein destilliertes Wasser verwendet zu werden. Die Entwicklung beginnt ziemlich schnell und ist rasch beendet. Die Antwort auf die Frage, wie lange soll entwickelt werden, ist mit Worten schwer zu geben. Sie lautet eigentlich »bis es genug ist«, und wann es genug ist, muſs der Anfänger erst einmal gesehen haben. Bei richtig exponierten Platten kommen zuerst die

Dauer der Entwicklung.

Lichter und dann die Halbtöne. Die tiefsten Schatten sollen klar bleiben. Sobald sie anfangen »sich zu decken« und einiges Detail zu zeigen, heifst es aufpassen. Sobald man merkt, dafs weitere Einzelheiten nicht mehr kommen und die Schleier intensiver werden, mufs man die Entwicklung abbrechen. Die Beurteilung des Bildes erfolgt in der Durchsicht. Bei Überexposition mischt man 1 Teil Rodinal mit 15 Teilen Wasser und setzt auf jeden Kubikcentimeter Rodinal etwa 3—5 Tropfen Bromkalilösung zu. Es ist eine besondere Eigentümlichkeit des Rodinals, dafs es in stärkeren Lösungen kontrastreich arbeitet, im Gegensatz zu den meisten andern Entwicklern. Bei allen Überexpositionen mufs nach Möglichkeit erstrebt werden, ein möglichst kontrastreiches, ein hartes Bild zu erzielen. Ohne besondere Vorsichtsmafsregeln entwickeln sich derartige Platten sehr schnell, und kaum sind die Einzelheiten sichtbar geworden, so deckt sich auch schon die ganze Platte mit einem sehr intensiven Schleier. Würde man dann mit der Entwicklung aufhören, so wäre das Bild noch viel zu dünn und kontrastlos, um eine brauchbare Kopie zu geben. Die stärkeren Lösungen des Rodinals arbeiten ungemein schnell und müssen durch reichlichen Bromkalizusatz in ihrer Wirkung zurückgehalten werden, da sonst ebenfalls ein flaues Negativ resultieren würde.

Unterbelichtete Platten werden mit einem verdünnten Entwickler (1 : 40) und sehr wenig Bromkali entwickelt. Die Entwicklung dauert erheblich länger; das Negativ wird aber, wenn die Unterexposition nicht allzu erheblich war, gleichmäfsig durchgearbeitet, wenn auch dünn. Die Helligkeitswerte der einzelnen Bildteile sind aber einigermafsen richtig wiedergegeben und können durch nachträgliche Verstärkung (siehe S. 190) so gesteigert werden, dafs die Kopien harmonische Bilder ergeben. Bei sehr starker Unterexposition ist kein brauchbares Bild zu erzielen.

Ist man im Zweifel über die Richtigkeit der Exposition, so fängt man mit der stark verdünnten Lösung (1 : 40) an zu entwickeln und setzt allmählich im Bedürfnisfalle tropfenweise Rodinal zu. Dieses Zusetzen darf in keinem Falle geschehen, wenn die Platte in der Entwicklungsschale liegt. Man hebt entweder die Platte heraus und bringt sie erst nach erfolgtem Zusatz und gründlicher Mischung wieder zurück, oder giefst einen Teil der Lösung in das Mefsglas, mischt zu diesem das Rodinal hinzu und giefst dann von neuem wieder über die Platte. Statt die käufliche Rodinallösung hinzuzufügen, macht man sich besser, um

gleichzeitig auch Bromkali dem Entwickler beizugeben, folgende Stammlösung:

Bromkali	3 g
Wasser	10 -
Rodinal	10 -

und fügt von dieser konzentrierten Lösung die erforderliche Menge allmählich zu. Mitunter ist es vorteilhaft, den verdünnten, frischen Entwickler mehrere Stunden in einer offenen Schale stehen zu lassen, namentlich wenn leicht schleiernde oder Röntgenplatten entwickelt werden sollen.

Die Beurteilung des entwickelten Bildes erfolgt nicht in der Aufsicht, sondern in der Durchsicht. Es wird die Platte vorsichtig aus der Schale herausgenommen und, nachdem sie abgetropft ist, kurze Zeit mit der Glasseite gegen die rote Lampe gehalten. Jedes längere Ansehen ist schädlich. Bei rotem Licht täuscht man sich anfangs leicht über die Dichte des Negativs, und es ist daher zweckmäſsig, wenn man ziemlich sicher ist, daſs die Entwicklung nahezu beendigt sein dürfte, das Negativ kurz bei einer guten, gelben Beleuchtung zu betrachten. Erscheinen die Lichter hinreichend schwarz und alle Übergänge der Mitteltöne bis zu dem glasklaren Schatten gut abgestuft, so ist die Entwicklung vollendet, und das Bild wird unter der Brause kräftig abgespült und in das Fixierbad gebracht. Da im Fixierbade Rodinalnegative etwas an Kraft abnehmen, so muſs um ein geringeres kräftiger entwickelt werden, als die fertige Platte erscheinen soll. Alle diese Beurteilungen des Negativs sind aber nur durch die Erfahrung zu lernen, und wir haben hier einen der Fälle, wo keine mündliche, oder schriftliche Unterweisung die praktische Anleitung eines Erfahrenen zu ersetzen vermag.

Ein vortrefflicher Entwickler ist **Glycin**, das salzsaure Salz der Paraoxyphenylamido-Essigsäure. Es arbeitet langsam und giebt auch ohne Bromkalizusatz klare und gut gedeckte Negative mit tiefschwarzem Silberniederschlag. Am besten arbeitet man nicht mit einem fertig gemischten Entwickler, sondern mit getrennten Lösungen, welche allein ein Anpassen an die verschiedenen Schwankungen der Expositionszeit ermöglichen. Glycin löst sich in reinem Wasser schwer, leicht in alkalischem. Zum Gebrauch löst man: Glycin. Getrennte Lösungen.

1.	Wasser	100 ccm
	Natriumsulphit	12 g
	Pottasche	2 -
	Glycin	5 -
2.	Wasser	100 ccm
	Pottasche	12 g

Für normale Exposition mischt man:

Lösung 1	20 ccm
Lösung 2	40 -
Wasser	20 -

Die Wirkung beginnt erst nach einer halben bis einer Minute mit dem Hervortreten der Lichter. Die Halbschatten kommen langsam und erheblich später, die Entwicklung dauert im ganzen 5—8 Minuten. Das Zurückgehen der Dichte im Fixierbad ist unbedeutend. Durchaus zu vermeiden ist jede Berührung der Platte oder des Entwicklers mit Fixiernatron, welches namentlich durch die Finger des Operateurs leicht übertragen werden kann. Alsdann entstehen gelbe Flecke und Schleier, die nicht zu entfernen sind. Ebenso mufs nach dem Entwickeln sehr gründlich abgespült werden, um gelbe Schleier zu vermeiden. Bromkali hält schon in sehr geringer Menge die Entwicklung stark zurück und ist daher nur bei Überexposition anzuwenden.

Bei sehr *starker Überexposition* badet man die Platte vorteilhaft vor dem Einlegen in den Entwickler 1—2 Minuten lang in

Wasser	50 ccm
Bromkali (1:10)	2 -

und nimmt zum Hervorrufen von

Lösung 1	30 ccm
Lösung 2	20 -
Wasser	30 -

mit Zusatz von 5 Tropfen Bromkali.

Unterexponierte Platten werden entwickelt, indem man die für normale Exposition angegebene Mischung noch mit der Hälfte Wasser verdünnt.

Bei *unsicherer Exposition* beginnt man mit

Lösung 1	20 ccm
Lösung 2	10 -
Wasser	20 -
und Bromkali	5 Tropfen.

Erscheinen die Halbschatten zu schnell, vermehrt man den Bromkalizusatz, kommen sie zu langsam, verdünnt man mit Wasser.

Einfache Lösung. Wer unter ziemlich gleichbleibenden Verhältnissen die Exposition leicht richtig treffen kann, z. B. im Laboratorium und im Atelier, kann auch eine fertige Lösung benutzen. Sie besteht aus:

Wasser	100 ccm
Natriumsulphit	15 g
Pottasche	25 -
Glycin	5 -

Für normale Platten werden von dieser Lösung 20 ccm mit 60 ccm Wasser verdünnt, bei Überexposition 5—10 Tropfen Bromkali hinzugesetzt, bei Unterexposition 10 Teile Entwickler mit 60 Teilen Wasser verdünnt.

Die verdünnte Lösung arbeitet sehr langsam, und das hat zu einer eigenartigen Verwendung der **Standentwicklung** (Meydenbauer) geführt. Man stellt folgende, sehr konzentrierte und gut haltbare Stammlösung her: Standentwicklung.

In 40 ccm heifsen, destillierten Wassers werden
25 g Natriumsulphit gelöst,
10 - Glycin hinzugefügt, zum Kochen erhitzt und allmählich
50 - Pottasche zugesetzt, was anfangs vorsichtig geschehen mufs, weil eine starke Entwicklung von Kohlensäure auftritt. Nach dem Erkalten bildet diese Lösung einen dünnen Brei. Zur gewöhnlichen Entwicklung verdünne man etwa mit der 12fachen Menge Wasser, zur Standentwicklung mit der 50fachen. Kurz exponierte Platten brauchen oft mehr als 6 Stunden zum Ausentwickeln. Hübl hat durch Pichler folgenden Versuch anstellen lassen: 4 Platten wurden auf eine Landschaft hintereinander 1, 8, 16, 30 Sekunden exponiert und in einer gemeinsamen Lösung (1 : 50) entwickelt. Die längst exponierte Platte benötigte $^1/_4$ Stunde, die 1 Sekunde lang exponierte 4 Stunden zur Entwicklung. Ein Kontrollversuch ergab, dafs 1 Sekunde die richtige Exposition war. Trotzdem waren alle 4 Platten tadellos und ergaben gute Kopien, so dafs eine 30fache Überexposition ausgeglichen war. Auch bei Unterexpositionen liefert diese Methode relativ gute Resultate. Es ist demnach durch die Standentwicklung ein Mittel gegeben, unsicher exponierte Platten mit grofser Sicherheit zu entwickeln. Von Zeit zu Zeit überzeugt man sich von dem Fortschritte der Entwicklung und hält natürlich in der Zwischenzeit die Schale gut verschlossen und vor jedem, selbst dem roten Licht geschützt. Vorteilhaft werden bei dieser Entwicklungsart statt der flachen Schalen sogenannte Stehkuvetten benutzt, damit sich keine Niederschläge auf der Oberfläche der Platten bilden können. Für den Anfänger giebt es in der That kein besseres Mittel, seine unsicher exponierten Platten zu entwickeln.

Eine andere und sehr brauchbare Vorschrift für die Standentwicklung ist:

Wasser	100 ccm
Glycin	2 g
Natriumsulphit	5 -
Pottasche	10 -

nach der Lösung verdünnt mit Wasser auf 1 Liter. Bei normaler Exposition beträgt die Entwicklungsdauer ca. 30 Minuten, eine 30fach überexponierte ist in 1/4 Stunde, eine unterbelichtete in 1—3 Stunden fertig. Um eventuell Gelbschleier, die bei diesen langen Entwicklungszeiten leicht auftreten, zu vermeiden, badet man die Platte vorher in

Wasser	100 ccm
Pottaschelösung (10 : 100)	10 -

Bei Aufnahmen gegen das Licht treten keine, oder nur sehr geringe Lichthöfe bei dieser Art der Entwicklung auf.

Metol

Einen sehr energischen und rasch wirkenden Entwickler bildet das **Metol,** das schwefelsaure Salz des Monomethylparamidophenols. Es ist ein krystallinisches, weifses Pulver, welches sich in Wasser klar löst, am Lichte jedoch mit der Zeit sich grau färbt und dann keine klare Lösung mehr giebt. Klare Lösungen sind selbst mit Sodazusatz, vorausgesetzt, dafs sie in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt werden, ziemlich lange haltbar. Die Schnelligkeit der Entwicklung hängt ab von der Menge des zugesetzten Alkalis. Bei wenig Soda oder Pottasche wirkt Metol langsam, und Bromkali als Verzögerer ist sehr wirksam. Bei viel Alkali erfolgt die Entwicklung ungemein rasch, und die Bilder werden ziemlich flau. Daher empfiehlt es sich, auch hier mit getrennten Lösungen zu arbeiten. Man bereitet folgende Lösung:

1.	Wasser	100 ccm
	Metol	1,5 g
	Natriumsulphit	15 -
2.	Wasser	100 ccm
	Bromkali	0,2 g
	Soda	30 -, oder
	Pottasche	10 -

Bei normaler Exposition mischt man von

Lösung 1	20 ccm
Lösung 2	10 -
Wasser	30 -

und setzt einige Tropfen Bromkali hinzu, namentlich bei sehr hochempfindlichen und zur Schleierbildung neigenden Platten.

Die Entwicklung beginnt 5—8 Sekunden nach dem Übergiefsen, und es ist daher das Aufgiefsen der Lösung schnell und gleichmäfsig zu besorgen. Jedes Zögern führt zur Fleckenbildung. Es empfiehlt sich daher, die Platte vor dem Einlegen in den Entwickler etwa eine halbe Minute in reinem Wasser einzuweichen, um ein gleichmäfsiges Annehmen der Lösung zu erleichtern. Namentlich

bei gröfseren Plattenformaten ist dieses Vorbad immer anzuwenden. Kaum hat die Entwicklung begonnen, treten auch schon die Halbschatten hervor, ganz ähnlich, wie es bisher bei den überexponierten Platten besprochen wurde. Jedoch erlangt das Negativ erst erheblich später genügende Kraft, und man hüte sich daher, die Platte zu früh aus dem Bade zu nehmen, weil die Halbtöne und Lichter sehr bald stehen bleiben. Die Entwicklung dauert etwa im ganzen 4—5 Minuten und mufs bis zu etwas höherer Deckung, als das fertige Negativ zeigen soll, fortgesetzt werden, weil die Kraft beim Fixieren merklich zurückgeht.

Bei Überexpositionen, wo eine harte Entwicklung erstrebt werden mufs, werden der Zusatz von Metol vermehrt, der des Alkalis vermindert und durch reichlich Bromkali die Details zurückgehalten. Man mische z. B.:

Lösung 1	60 ccm
Lösung 2	5 -
Bromkali	10—12 Tropfen.

Ist die Überexposition erheblich, kann ein Teil der Lichteindrücke durch ein Vorbad von:

Wasser	60 ccm
Fixiernatron (1 : 10)	2 -

während 1—2 Minuten zerstört werden. Dann wird, ohne abzuspülen, entwickelt in

Lösung 1	60 ccm
Lösung 2	2 -
Bromkali	10 Tropfen.

Um unterexponierte Platten möglichst weich zu entwickeln, nimmt man von

Lösung 1	10 ccm
Lösung 2	10 -
Wasser	40 -
Bromkali	5 Tropfen.

Erzielt man auf diese Weise zwar hinreichende Durcharbeitung, aber keine genügende Deckung, so entwickelt man noch kurze Zeit, nachdem alle die Details erschienen sind, mit

Lösung 1	40 ccm
Lösung 2	20 -
Wasser	20 -

Bei unsicher exponierten Platten mufs sehr vorsichtig verfahren werden, weil sonst bei etwaiger Überexposition bei dem

schnellen Hervorschieſsen des Bildes keine Hilfe mehr möglich ist. In diesen Fällen beginnt man die Entwicklung mit

Lösung 1 60 ccm

Kommen schon nach 1 Minute Halbtöne, so ist sicher überexponiert. Man fügt reichlich Bromkali hinzu, entwickelt vorsichtig weiter und giebt schlieſslich gegen Ende der Entwicklung noch tropfenweise von Lösung 2 hinzu (dies Hinzufügen darf, wie bereits gesagt, nicht in der Entwicklungsschale geschehen). Kommen die Details noch schneller, oder sehr reichlich, dann ist so stark überexponiert, daſs man schnell gut abspülen und das oben angegebene Vorbad von Fixiernatron einschalten muſs. Kommen nur sehr dürftige Spuren des Bildes bei Verwendung der angegebenen Lösung, so vermehrt man allmählich den Zusatz von Lösung 2 bis zu 20 ccm. Verläuft die Entwicklung trotz alledem hart, so gieſst man die Mischung ab und versucht mit der für weiche Entwicklung angegebenen Lösung zu retten, was zu retten ist.

Einfache Lösung.

Kann man die Exposition unter gleichbleibenden Verhältnissen annähernd richtig beurteilen, so kann auch Metol in einer Lösung verwendet werden. Es werden angesetzt:

Wasser	100	ccm
Metol	1,5	g
Natriumsulphit	15	-
Soda	12	-
Bromkali	0,2	-

Von dieser Lösung werden 40 Teile mit gleichviel Wasser verdünnt, und 5—8 Tropfen Bromkali hinzugefügt.

Metol-Hydrochinon.

Noch besser als diese Lösung ist eine andere, welche eine zweite Entwicklungssubstanz, und zwar Hydrochinon (S. 182) enthält. Bei Verwendung dieser Kombination erhält man eine viel bessere Deckung, als bei Metol allein. Namentlich für Momentaufnahmen und alle mit Farbenfiltern gemachten Aufnahmen, insbesondere auch bei Mikrophotographien, bewährt sich folgender Entwickler vortrefflich:

Wasser	200	ccm
Natriumsulphit	10	g
Metol	1	-
Hydrochinon	1,5	-
Pottasche	5	-

Für richtig exponierte Platten ist die angegebene Konzentration unter Zusatz einiger Tropfen Bromkali gerade richtig. Dieser Entwickler ist nach dem Gebrauche lange haltbar, und gestattet durch Mischen mit neuem Entwickler ein äuſserst sparsames Arbeiten und

Anpassen an verschiedene Expositionszeiten. Bei Unterexposition muſs noch etwas Pottaschelösung (1 : 10) hinzugefügt werden. Mäſsig überexponierte Platten werden nur mit öfters gebrauchten Lösungen hervorgerufen. Starke Überexpositionen erfordern durchaus getrennte Lösungen.

Ein weiterer beliebter Entwickler ist **Amidol**, das salzsaure Salz des Diamidophenols. Es stellt kleine weiſse Krystalle dar, die sich mit der Zeit an der Luft grau färben. Es ist leicht im Wasser löslich und giebt mit Sulphit klare und in gut verschlossenen Flaschen ziemlich haltbare Lösungen. Amidol entwickelt ohne Zusatz von Alkali ziemlich energisch; Bromkali wirkt nur bei sehr reichlichem Zusatz verzögernd, ist aber zur Vermeidung von Entwicklungsschleiern stets in geringer Menge hinzuzufügen. Das Anpassungsvermögen für Expositionsunterschiede ist geringer, als bei den beiden bisher besprochenen Entwicklern. Die Formel für den Entwickler ist: Amidol.

Wasser	100 ccm
Natriumsulphit	20 g
Amidol	2 -

Zur normalen Entwicklung werden 30 ccm davon mit 50 ccm Wasser verdünnt und etwa 4—5 Tropfen Bromkali hinzugefügt. Wünscht man mehr Kraft, wird die Wassermenge vermindert. Die gebrauchten Lösungen sind nicht haltbar. Überexposition läſst sich nicht in sehr erheblichen Grenzen kompensieren. Für die dabei zu erstrebende harte Entwicklung mischt man von obiger Lösung

10	ccm	mit
70	-	Wasser und
3	-	Bromkali (1 : 10),

für Unterexposition werden 10 ccm mit 100 ccm Wasser verdünnt. Bei unsicher exponierten Platten fängt man an mit der für Überexposition bestimmten Verdünnung und geht, falls das Bild zu hart wird, zur normalen oder weichen Entwicklung über.

Auſser diesen neueren Entwicklern mögen hier noch einige ältere der Vollständigkeit halber angeführt sein. Ein früher viel gebrauchter und noch jetzt von manchem hochgeschätzter Entwickler ist das **Eisenoxalat**. Man löst Eisenentwickler.

1. Neutrales oxalsaures Kali in Wasser im Verhältnis 1 : 4,
2. Eisenvitriol 1 : 3

und fügt zu je 100 ccm etwa 1 Tropfen reine konzentrierte Schwefelsäure. Das neutrale oxalsaure Kali ist nicht zu verwechseln mit dem sauren oxalsauren Kali, dem Kleesalz oder der Zucker-

säure des Handels. Es soll in Wasser klar löslich sein, neutral oder nur schwach sauer reagieren und keine Chlorverbindungen enthalten. Zur Prüfung wird eine wässerige (destilliertes Wasser!) Lösung mit Salpetersäure stark angesäuert und mit einigen Tropfen Höllensteinlösung versetzt. Entsteht eine milchige Trübung, so sind viel Chlorverbindungen vorhanden, die das Salz zur Entwicklung ungeeignet machen. Eine leichte Opalescenz ist unbedenklich. Das Eisenvitriol soll ebenfalls chemisch rein, von hellgrüner Farbe und ohne Spuren von Verwitterung sein. Die Lösung hält sich nur 8—14 Tage in gut verschlossenen Flaschen. Sie läſst sich konservieren durch den Zusatz der angegebenen Menge Schwefelsäure und Aufbewahrung im Licht. Sie bildet also einen Gegensatz zu den meisten andern unserer Lösungen, die wir vor dem aktinischen Licht möglichst schützen. Im Dunkeln verwandelt sich die grüne Farbe in eine gelbe durch Bildung von basisch schwefelsaurem Eisenoxyd.

Zur Entwicklung werden unmittelbar vor dem Gebrauche gemischt:

Lösung 1	60 ccm
Lösung 2	20 -
Bromkali	2—5 Tropfen.

Es soll immer die Eisenlösung in die Kalilösung gegossen werden, weil sonst ein körniger Niederschlag von oxalsaurem Eisenoxydul entsteht. Derselbe Niederschlag entsteht auch, wenn mehr Eisen genommen wird, als angegeben wurde. Beim Mischen wird die Lösung orangerot. Hierbei bildet sich das wirksame oxalsaure Eisenoxydulkali. Diese Mischung ist für normale Platten bestimmt. Überexponierte bedürfen weniger Eisenvitriollösung. Man füge daher anfangs kaum die Hälfte der angegebenen Menge der Eisenlösung hinzu und steigere erst im Bedarfsfalle den Zusatz. Treten bereits bei diesen geringeren Mengen die Einzelheiten schnell hervor, so vermehre man den Zusatz von Bromkali. Bei unterexponierten Platten dient eine stark verdünnte Lösung des unterschwefligsauren Natrons als Beschleuniger in Gestalt eines Vorbades. Man löst:

Wasser	300 ccm
Fixiernatron	0,1 g

und badet die Platte etwa 1 Minute. Dieses Vorbad empfiehlt sich auch bei allen Momentaufnahmen. Dann wird, ohne abzuspülen, in der oben angegebenen Weise entwickelt. Das Bild erscheint ziemlich schnell in allen seinen Einzelheiten, ist aber sehr dünn und erlangt erst bei längerer Entwicklung genügende Deckung, ganz

ähnlich wie beim Metol. Platten, die zur Schleierbildung neigen, überziehen sich bei dieser Behandlung mit einem metallischen Schleier, der nicht mehr zu beseitigen ist. Ferner achte man bei der Verwendung von Eisenoxalat ganz besonders darauf, daſs keine Fixiernatronlösung durch die Finger oder die Schale mit der Platte in Berührung kommt, weil sonst häſsliche Flecken entstehen. Im groſsen und ganzen muſs bei Eisen die Expositionszeit reichlicher bemessen werden, als bei den bisher erörterten Entwicklern.

Ein Entwickler, der von Amateuren wohl nur selten verwendet wird, weil seine zweckmäſsige Anwendung viel Erfahrung erfordert, ist der **Pyrogallus-Entwickler.** Sein gröſster Vorzug ist neben seiner starken Deckung der Bilder die groſse Feinheit des durch ihn erzeugten Silberniederschlages. Daher ist seine Anwendung für Mikrophotogramme mit sehr zarten Strukturen häufig nicht zu umgehen. Pyrogallussäure ist ein ziemlich starkes Gift, färbt Haut und Kleider intensiv braun und giebt nicht selten auch zu Gelbschleiern auf den Platten Veranlassung. Am empfehlenswertesten dürfte die Meydenbauersche Standentwicklung sein. Die Lösung bereite man aus

Pyrogallus-entwickler.

Standent-wicklung.

Natriumsulphit (1 : 10)	100	ccm
Pottasche (1 : 5)	100	-
Wasser	1000	-
Pyrogallussäure	2	g

Für sehr kurz exponierte Platten wird empfohlen, noch weiter bis zu 3 Litern mit Wasser zu verdünnen. Nach 10—15 Minuten wird zuerst nachgesehen und im übrigen ganz wie beim Glycin verfahren. Platten, die zur Schleierbildung neigen, sind für die Pyrostandentwicklung unbrauchbar.

Für schnelle Entwicklung mit groſser Deckung, wie sie für Negative zu Platinbildern und Reproduktionen erforderlich ist, setzt man den Entwickler nach Eder folgendermaſsen an:

Normale Entwick-lung.

1.	Wasser	100	ccm
	Natriumsulphit	25	g
	Schwefelsäure	3—4	Tropfen
	Pyrogallussäure	10	g

Die angegebenen Substanzen werden in der genannten Reihenfolge gelöst, filtriert und ergeben eine mehrere Monate lang haltbare Lösung;

2.	Wasser	200	ccm
	Pottasche	90	g
	Natriumsulphit	25	-

Nach der Lösung wird ebenfalls filtriert. Bei normaler Exposition werden gemischt:

Wasser	100	Teile
Lösung 1	3	-
Lösung 2	3	-

In 2—3 Minuten ist das Bild fertig. Daran wird ein Klärbad angeschlossen, bestehend aus konzentrierter Alaunlösung während 2 Minuten. Auf diese Weise wird die gelbe Färbung beseitigt. Nach gründlichem Abspülen wird fixiert. Bromkali wirkt ziemlich energisch als Verzögerer. Will man etwas weicher entwickeln, so nimmt man von Lösung 1 etwa die doppelte Menge und setzt einige Tropfen Bromkali hinzu. Außer der angegebenen Vorschrift existieren noch zahllose andere, jedoch dürfte die angegebene für alle vorkommenden Fälle genügen.

Hydrochinon.

Der **Hydrochinon-Entwickler** ist gegen Kälte sehr empfindlich und sollte stets eine Temperatur von etwa 18° C. haben. Die Dichte des Niederschlags ist bei Hydrochinon eine sehr intensive, und er ist daher vorzugsweise für Reproduktionen, namentlich von Strichzeichnungen, geeignet. Am vorteilhaftesten ist die Benutzung

Getrennte Lösungen.

getrennter Lösungen. Man löst

1.	in Wasser	600	ccm
	Natriumsulphit	40	g

und fügt nach erfolgter Lösung hinzu

	Hydrochinon	6	g
2.	Pottasche	50	-
	Wasser	600	ccm

Kurz vor dem Gebrauch mischt man gleiche Teile Lösung 1 und 2 und setzt auf je 50 ccm ungefähr 4—5 Tropfen Bromkali hinzu. Ohne diesen Zusatz schleiern fast alle Platten. Noch besser ist es, gebrauchten und ungebrauchten Entwickler zu mischen. Die gebrauchten Lösungen sind längere Zeit haltbar. Bei Überexposition beginnt man mit altem Entwickler oder verdünnt den frischen mit etwa 1/3 Wasser und verdoppelt den Zusatz von Bromkali. Normal exponierte Platten entwickeln sich am besten, wenn 1/3 alter und 2/3 neuer Entwickler gemischt werden.

Einfache Lösungen.

Hydrochinon läßt sich auch in einer Lösung verwenden, z. B.

Wasser	150	ccm
Natriumsulphit	40	g
Hydrochinon	6	-
Pottasche	50	-

Zum Gebrauche verdünnt man entsprechende Quantitäten mit der fünffachen Menge Wasser. Hydrochinon arbeitet verhältnismäßig

sehr langsam. Wo es gilt, schnell zu entwickeln, kann man, falls man nicht einen der bereits erwähnten Rapidentwickler zur Hand hat, auch mit Hydrochinon einen Entwickler herstellen, der aufserordentlich energisch und schnell wirkt. Jedoch erfordert der **Rapidhydrochinon-Entwickler** wegen seines starken Gehaltes an Ätzkali Schichten, die sehr fest am Glase haften. Andernfalls beginnen sie zu kräuseln und lösen sich ab. Nach Lainer löst man Rapidhydrochinon.

1.	Wasser	900 ccm
	Natriumsulphit	40 g
	Gelbes Blutlaugensalz	120 -
	Hydrochinon	10 -
2.	Ätzkali	100 -
	Wasser	200 -

Zum Gebrauch mischt man von

Lösung 1	60 ccm
Lösung 2	6 -

und setzt 5—6 Tropfen Bromkali hinzu. Das Bild erscheint in wenigen Sekunden und braucht kaum länger als 1 Minute zur völligen Entwicklung. Falsche Exposition auszugleichen, gelingt nur in sehr engen Grenzen, und man mufs in solchen Fällen einen der bereits besprochenen Entwickler verwenden.

Eikonogen besitzt keine Vorzüge gegenüber den bisher abgehandelten Entwicklern und kann daher füglich übergangen werden. Rezepte finden sich in allen Lehr- und Taschenbüchern der Photographie.

Betrachten wir noch einmal kurz die Verwendungs- und Wirkungsweise der angeführten Entwickler, so ergiebt sich, dafs für unsicher exponierte Platten die Standentwicklung mit Glycin das Geeignetste ist. Gilt es, die Platten sehr schnell zu entwickeln, so kommt in erster Linie der Rapidhydrochinon-Entwickler in Frage, demnächst Metol, Amidol oder Rodinal. Wird eine sehr starke Deckung verlangt, namentlich für Negative, die durch Platindruck vervielfältigt werden sollen, oder für Reproduktionen von Strichzeichnungen u. dergl., so dürfte namentlich Hydrochinon oder Pyrogallus, bezw. Glycin am Platze sein. Beim Hydrochinon vermehrt man in solchen Fällen die Menge von 6 auf 8—10 g in dem angegebenen Rezept. Für die Entwicklung von Momentaufnahmen eignet sich aufser Rapidhydrochinon namentlich Metol-Hydrochinon oder Amidol. Stets suche man die Eigenheiten seiner Platten gründlich zu erforschen, ob sie sehr empfindlich sind oder nicht, ob sie hart oder weich arbeiten, und ob sie zur Schleierbildung neigen und richte dementsprechend seine Übersicht.

Entwickler ein. Nicht ohne weiteres ist ein Entwicklungsrezept, welches für die eine Sorte Platten vorzügliche Resultate giebt, für Platten anderer Herkunft ebenso gut brauchbar.

Tabletten. In neuer Zeit werden fast sämtliche der angeführten Entwickler in sehr kompendiöser Form in Gestalt von komprimierten Tabletten in den photographischen Geschäften vorrätig gehalten. Diese Tabletten brauchen nur nach der beigegebenen Gebrauchsanweisung in einer bestimmten Menge destillierten Wassers gelöst zu werden, um den fertigen Entwickler zu geben. Namentlich für die Reise dürfte diese Form des Entwicklers sehr angenehm und brauchbar sein.

Abspülen. Nach dem Entwickeln wird, wo nicht, wie z. B. bei dem Pyrogallus-Entwickler ein besonderes Zwischenbad angegeben wurde, die Platte unter der Brause ½—1 Minute kräftig **abgespült** und dann in das **Fixierbad** übertragen. Hierin soll das noch vorhandene lichtempfindliche Bromsilber gelöst und die Platte lichtbeständig und haltbar gemacht werden. Heutzutage dient fast ausschliefslich das **unterschwefligsaure Natron** in Lösungen von 1 : 5 bis 1 : 8 dem genannten Zwecke. Diese einfache Lösung bräunt sich infolge der den Platten anhaftenden Entwicklerreste sehr bald bei wiederholtem Gebrauche und wird dann die Ursache von Gelbschleiern. Diesem Übelstande wird durch das **saure Fixierbad**, welches Lainer in die Praxis eingeführt hat, vorgebeugt. Am einfachsten setzt man zu je 1 Liter Fixiernatronlösung 60—80 ccm **saure Sulphitlauge**, welche eine leicht gelbliche, stechend riechende Flüssigkeit darstellt. Sie enthält neben saurem schwefligsaurem Natron reichlich freie schweflige Säure, welche ihr den unangenehmen Geruch verleiht. Es empfiehlt sich daher, die Fixierschale verdeckt zu halten. Sobald dieser Geruch aus der Lösung geschwunden ist, muſs von neuem etwas saure Sulphitlauge hinzugesetzt werden. Wo diese Lauge nicht zu haben ist, ersetzt man sie nach Lainer, indem zu je 1 Liter Fixierbad hinzugesetzt werden

(Fixieren. / Saures Fixierbad.)

Weinsäurelösung (1 : 2)	30 ccm
Natriumsulphit (1 : 4)	70 -

Statt der Weinsäure kann auch Citronensäure genommen werden. In diesem sauren Fixierbade bleiben die Platten so lange, bis sie, von der Rückseite betrachtet, völlig schwarz erscheinen und keine Spur ungelösten Bromsilbers mehr enthalten. Nach vollständiger Lösung läſst man sie noch weitere 5—10 Minuten in diesem Bade, um das zunächst entstehende unterschwefligsaure Silberoxydnatron, welches im Wasser unlöslich ist und bei dem

(Dauer des Fixierens.)

folgenden Waschen nicht aus der Schicht entfernt wird, in das leicht lösliche und beständige $Ag_2SO_3 + 2Na_2S_2O_3$ überzuführen. Die erstgenannte Verbindung zersetzt sich in der Schicht von selbst unter Bildung von Schwefelsilber, welches das Bild zerstört. Am besten ist es, 2 Fixierbäder nacheinander zu benutzen. Ist die Platte »ausfixiert«, so wird sie in das zweite Bad gebracht und verbleibt hier etwa 10 Minuten. Alsdann kann man sicher sein, daſs keine zersetzlichen und schädlichen Salze mehr in der Gelatineschicht vorhanden sind.

Das Fixieren geschieht am besten in der Dunkelkammer bei gelbem Lichte. In der Regel bringt man das Fixierbad in eine gröſsere flache Schale, welche nur zu diesem Zwecke dient und läſst das Bad so lange darin, bis es seine Wirksamkeit verloren hat. Es ist besser, dann eine frische Lösung anzusetzen, als durch Zufügen von unterschwefligsaurem Natron die Lösung nochmals brauchbar zu machen.

Neuerdings wird von Schering saures Fixierbad in Würfelform in den Handel gebracht, welches nur in Wasser gelöst zu werden braucht, um ein fertiges saures Fixierbad zu geben.

Das saure Fixierbad hat weiterhin den Vorteil, die Gelatineschicht leicht zu härten und das Kräuseln beim nachfolgenden Waschen zu verhindern. Es ist deshalb bei Benutzung dieses Bades nicht nötig, dem Fixierbade Alaun oder Chloraluminium zuzusetzen. Im Sommer kommt man häufig nicht ohne diese **Gerbmittel** aus, läuft aber bei ihrer Anwendung Gefahr, ein nachfolgendes Verstärken oder Abschwächen der Platten zu erschweren. Namentlich bei Chloraluminium ist es Verfasser wiederholt begegnet, daſs die Platten so harte Schichten bekamen, daſs sie den Verstärker nur stellenweise annahmen. Alaun wird in gesättigter, Chloraluminium in 2 % Lösung nach dem Fixieren während 5—10 Minuten angewendet. Sehr kalte Fixierbäder arbeiten nur äuſserst langsam, und man halte sie daher auf einer Temperatur von mindestens 15 ° C. Gerben der Platten.

Ist die Platte völlig ausfixiert, so wird sie gründlich **gewaschen,** entweder in flachen Schalen oder in den beschriebenen Waschkästen. Verfügt man über flieſsendes Wasser, so genügen ½—1 Stunde, andernfalls wird das Wasser 6—8mal in Zwischenräumen von je 10 Minuten erneuert. Schlieſslich wischt man vorsichtig unter der Brause oder unter Wasser die Gelatineschicht mit den flach aufgelegten Fingerspitzen ab, um alle anhaftenden Niederschläge aus dem Wasser von der Oberfläche der Schicht zu entfernen. Dann stellt man die Platte zum **Trocknen** entweder mit Waschen. Trocknen.

der Glasseite gegen eine Wand, oder auf besondere Trockengestelle (Fig. 113). Das Trocknen geschieht bei gewöhnlicher Zimmertemperatur und dauert, je nach dem Wärme- oder Feuchtigkeitsgrade der Luft, verschieden lange Zeit. Würde man Gelatineplatten in der Wärme trocknen, so würde sich die feuchte Gelatine auflösen und das Negativ verloren sein. Soll schnell getrocknet werden, so mufs die Schicht zuvor unlöslich gemacht werden. Das geschieht zweckmäfsig durch ein Bad in einer 10 °/o Lösung des käuflichen **Formalins** während 10 Minuten. Danach wird nochmals gut abgespült und in der Nähe des Ofens, unter Umständen sogar über einer freien Flamme getrocknet. Ähnlich zu verwenden sind auch Härtungsbäder aus 2 °/o **Chloraluminiumlösung** (Schmidt) oder 5 °/o **Chromalaunlösung**. Ein anderes Mittel zum Schnelltrocknen ist das Entwässern der Schicht durch **absoluten Alkohol**. Die Platte wird in eine gut gereinigte und ausgetrocknete, flache Schale gelegt, der Alkohol darüber gegossen und nach 5 Minuten erneuert und unter häufigem Schaukeln nach weiteren 5 Minuten die Platte herausgehoben, abtropfen gelassen und zum Trocknen hingestellt. War die Entwässerung durch Alkohol eine unvollkommene und wurde dann schnell in der Wärme getrocknet, so entstehen nicht selten streifige oder fleckweise milchige Trübungen der Schicht. Sie können beseitigt werden, wenn die Platte in einem mit Essigsäure stark angesäuertem Bade wieder aufgeweicht wird. Sind die Trübungen verschwunden, so wird unter der Brause so lange abgewaschen, bis das Wasser nicht mehr in Streifen abfliefst und nun die Behandlung mit Alkohol wiederholt. Alle schnell getrockneten Platten zeigen eine merkliche Zunahme der Dichtigkeit gegenüber den freiwillig getrockneten. Man hüte sich daher, Platten, die schon teilweise getrocknet sind, nachträglich durch Wärme schnell zu trocknen. Es entstehen dann deutliche Dichtigkeitsunterschiede in den einzelnen Teilen, deren nachträgliche Beseitigung nicht mehr möglich ist.

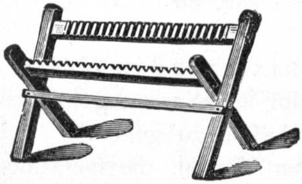


Fig. 113.

Zerstörung des Fixiernatrons.

Von grofser Wichtigkeit ist die völlige Zerstörung alles Fixiernatrons in der Silberschicht. Kann man das Auswässern nicht mit genügender Gründlichkeit besorgen, so mufs das unterschwefligsaure Natron durch besondere Mittel zerstört werden. Dazu eignet sich am meisten ein Bad von

Eau de Javelle	2 ccm
Wasser	100 -

während 10 Minuten. Danach wird tüchtig abgewaschen und zum Trocknen aufgestellt. Vogel empfiehlt neuerdings das von Schering hergestellte **Anthion**, welches in einer Lösung von 1 : 200 Wasser die Wässerung sehr abzukürzen gestattet. Nachdem man etwa 10 Minuten gewaschen hat, bringt man die Platte auf 5 Minuten in die angegebene Lösung und erneuert nach Ablauf dieser Zeit das Bad auf die gleiche Dauer. Schliefslich wäscht man nochmals 5—10 Minuten in Wasser. Um sich zu überzeugen, ob das letzte Waschwasser kein Fixiernatron mehr enthält, bringt man in ein Reagenzglas etwa 1 ccm einer 2 % wässerigen Silbernitratlösung und füllt es mit dem zu untersuchenden Waschwasser voll. In der Regel wird sich dann, weil das Leitungswasser Chlorverbindungen enthält, ein milchiger Niederschlag von Chlorsilber bilden, der sich durch etwa vorhandenes Fixiernatron nach einiger Zeit gelb bis braun färbt. Um einige Sicherheit in der Beurteilung der Färbung zu haben, empfiehlt es sich, auf die gleiche Weise ein Kontrollröhrchen herzustellen, welches mit reinem Wasser nachgefüllt ist. Man kann auf diese Weise noch etwa 1/10000 Fixiernatron im Waschwasser nachweisen. Eine andere einfache Probe stammt von Böttcher. Er löst

Probe auf Fixiernatron.

übermangansaures Kali	0,2	g
destilliertes Wasser	500	-
chemisch reines Ätznatron	1	-

Die Lösung wird in einer Flasche mit Glaspfropfen im Dunkeln aufbewahrt. Man fügt von dieser Lösung zu einem halben Reagenzglase voll Waschwasser etwa 3 Tropfen hinzu. Enthält das Wasser Fixiernatron, so färbt sich die vorher rötliche Lösung grün. Zum Schlusse sei nochmals darauf hingewiesen, dafs man mit Fixiernatron sehr reinlich und vorsichtig umgehen mufs, da es für die Platten und Bilder die häufigste Ursache zum Verderben abgiebt. Namentlich ist zu vermeiden, mit Fingern, die Platten in das Fixierbad gelegt haben, ohne gründliche Reinigung in die Entwicklungslösung zu fassen.

Verstärkung.

Wir haben nun die Möglichkeit, ein fertiges Negativ durch nachträgliche Behandlung zu verstärken oder abzuschwächen. Die **Verstärkung** hat natürlich nur dann Sinn, wenn auf dem Negativ alle Einzelheiten und alle Helligkeitsintensitäten in zufriedenstellender Weise angedeutet sind und nur wegen der Zartheit der Niederschläge keine brauchbare Kopie zu liefern vermögen. Wollte man bei unterexponierten, hart entwickelten Platten durch Verstärken in den detaillosen Schatten Nachhilfe schaffen, so würden die Gegensätze nur noch vermehrt werden. Es ist eigentlich selbstverständ-

lich, daſs da, wo nichts vorhanden ist, auch nichts verstärkt werden kann; aber dennoch machen viele Anfänger diesen groſsen Fehler.

Das Verstärken beruht auf einer Vergröſserung der einzelnen Silberpartikelchen. Es führt daher jede Verstärkung zu einer Vergröberung des Silberkorns. In dem nebenstehenden Mikrophotogramm Fig. 114 ist ein Teil der gleichen Platte wiedergegeben, von der das Mikrophotogramm Fig. 14 stammt, in derselben Vergröſse-

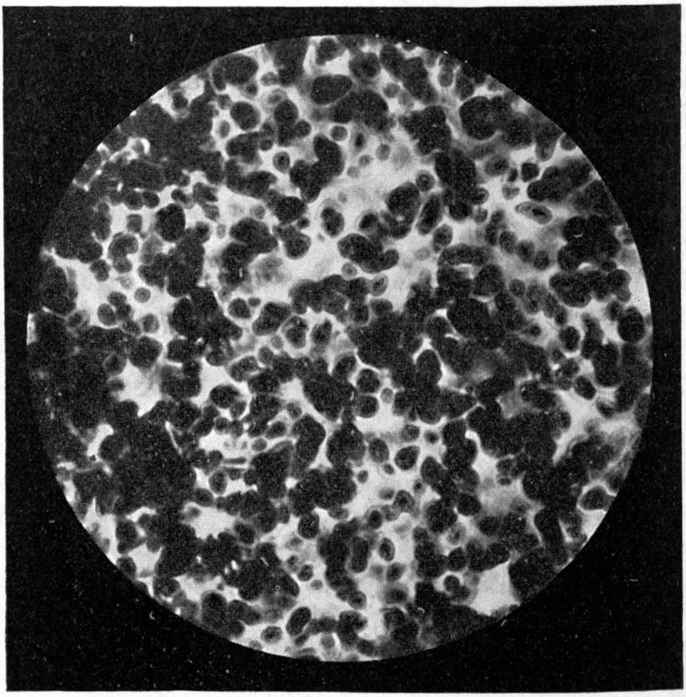


Fig. 114.

rung. Die eckigen Silberpartikelchen sind alle rund geworden und erheblich vergröſsert. In einzelnen kann deutlich der metallische Silberkern von der umhüllenden, in Wirklichkeit gelbbraunen Schicht, unterschieden werden. Verfasser hält den **Uranverstärker** für den wirksamsten von allen, wenn es sich um eine ausgiebige Verstärkung handelt. Man bereite 2 Lösungen:

Urannitrat-verstärker.

1. Urannitrat	1	g
Wasser	100	-
2. Rotes Blutlaugensalz	1	-
Wasser	100	-

und mische vor dem Gebrauche der Reihe nach

Lösung 1	50	ccm
Eisessig	10	-
Lösung 2	50	-

Der Eisessig wird zugesetzt, um ein leichteres Eindringen der Lösung in die Gelatineschicht zu ermöglichen. Wie bereits erwähnt, kommt es vor, dafs stark gegerbte Platten trotz alledem die Lösung ungleichmäfsig annehmen. Wird die Lösung vor Licht und Luft geschützt, so hält sie sich längere Zeit und kann wiederholt benutzt werden. Der entstehende braune Niederschlag wird abfiltriert. Allerdings ist die Haltbarkeit des gebrauchten Verstärkers viel geringer, als gewöhnlich angegeben wird. Nach der dritten Benutzung findet meist nur eine Gelbfärbung der Schicht statt, aber keine Vergröfserung der Silberteilchen. Es ist daher ratsam, die Lösung immer frisch zu bereiten. Vor dem Verstärken wird die Platte etwa 10 Minuten in Wasser eingeweicht, damit sie die Lösung gleichmäfsiger annimmt. Absolute Vorbedingung ist auch hier, dafs alles Fixiernatron gründlich beseitigt ist, weil sonst grüne Flecken entstehen. Häufig beginnt die Verstärkung sehr unregelmäfsig, so dafs es scheint, als ob die Platte unrettbar verloren wäre. Sobald man aber unter fortwährendem Schaukeln abwartet, wird schliefslich die Schicht gleichmäfsig. Die Dauer der Verstärkung schwankt nach dem erwünschten Grade. Bei geringer Verstärkung genügen 1—2 Minuten, während für stärkere Deckung die doppelte Zeit nötig ist. Man wird unter allen Umständen gut thun, die Platte erst zu verstärken, nachdem sie vorher getrocknet war. Würde man unmittelbar nach vollendetem Waschen die Verstärkung vornehmen, so entstehen fast immer Flecke. Nach Vollendung des Prozesses wird die Platte so lange in Wasser gewaschen, bis es, ohne Streifen zu bilden, glatt abläuft. Hierzu sind 5—10 Minuten erforderlich. Längeres Waschen hebt einen Teil der Verstärkung wieder auf. Auch hüte man sich, mit den Fingern, oder einem Pinsel die Schicht abzureiben, weil dadurch lokale Abschwächungen entstehen. Mit dem Uranverstärker läfst sich nach E. Vogel auch sehr bequem partiell verstärken. Insbesondere empfiehlt sich die Methode bei Landschaften mit gutem Wolkenhimmel. Er ist fast regelmäfsig überexponiert im Verhältnis zu dem übrigen Bilde und kommt infolgedessen auf der Kopie nicht zur Geltung. In solchen Fällen verstärkt man die Platte, wie angegeben, mit Urannitrat und wäscht sie aus. Ist alles Wasser von der Oberfläche abgetropft, so pinselt man mit einem entsprechend grofsen, weichen

Teilweise Verstärkung.

Tuschpinsel eine 5 % Lösung von Ammoniak über den Himmel. Dadurch verschwindet die Verstärkung an den übergangenen Stellen vollständig. Auf die gleiche Weise können natürlich auch gegebenen Falles einzelne Partien bei beliebigen Bildern abgeschwächt werden. Zuletzt wird nochmals gut abgewaschen und getrocknet.

Quecksilberverstärkung.

Etwas weniger ausgiebig in seiner Wirkung ist die Verstärkung mit Quecksilber. Man löst

Quecksilberchlorid (Sublimat)	2 g
Bromkali	2 -
in warmem Wasser	100 -

Nachdem das vorher trocken gewesene Negativ gut eingeweicht ist, wird es in diese Lösung gebracht. Der schwarze Silberniederschlag wird allmählich grau und endlich durch und durch weiſs. Jenachdem die Verstärkung eine mehr oder weniger intensive werden soll, läſst man die Platte bis zur Grau- oder Weiſsfärbung in dem angegebenen Bade liegen. Dann wird sie sehr gründlich, etwa 15 Minuten, in flieſsendem Wasser ausgewaschen und übertragen in:

Natriumsulphit	10 g
Wasser	80 ccm

Hierin tritt wieder eine Schwärzung des Silberniederschlages ein, anfangs zumeist sehr unregelmäſsig in Streifen. Man lasse sich aber nicht beirren und hebe die Platte nicht früher heraus, als bis sie völlig, auch von der Rückseite betrachtet, schwarz geworden ist. Dann wird sie 10 Minuten lang gewaschen und zum Trocknen aufgestellt. Anhaftendes Fixiernatron oder mangelhaftes Auswaschen nach der Quecksilberverstärkung führt zu Gelbschleiern.

Haben die Platten Schleier, so werden diese natürlich mit verstärkt und müssen daher unbedingt vorher beseitigt werden. Einigermaſsen dicht verschleierte Platten sind von der Verstärkung überhaupt auszuschlieſsen. Die Beseitigung der Schleier geschieht durch eine vorsichtige **Abschwächung.** Es werden gelöst:

Abschwächung.

1.	Rotes Blutlaugensalz	10 g
	Wasser	100 ccm
2.	Fixiernatronlösung (1 : 6)	15 -
	Wasser	100 -

Zu Lösung 2 werden etwa 5 ccm Lösung 1 hinzugefügt, das vorher eingeweichte Negativ hineingebracht und unter fortwährendem Schaukeln so lange darin gelassen, bis der Schleier deutlich durchsichtiger erscheint und die unbelichteten Ränder der Platten klar geworden sind. Dann wird gut gewaschen, ein Bad zur Zerstörung des Fixiernatrons eingeschaltet und erst nach dessen Ab-

waschen die Verstärkung vorgenommen. Die Lösung 1 ist immer kurz vor dem Gebrauche frisch anzusetzen.

Das gleiche Bad, nur mit vermehrtem Zusatz von Lösung 1, wird auch zur allgemeinen Abschwächung von Negativen verwendet. Man läſst die Platten so lange liegen, bis das gewünschte Resultat eingetreten ist und wäscht dann gut ab. Die gebrauchte Lösung ist nicht haltbar und wird fortgegossen. Das Abschwächen beruht auf einer teilweisen Entfernung der Silberpartikelchen durch Bildung von Ferrocyansilber, welches sich im Fixiernatron löst.

Über-exponierte Negative.

Durch Abschwächen und nachträgliche Verstärkung können mitunter auch überexponierte und unvorsichtig entwickelte Negative gerettet werden. Wie bereits gesagt wurde, decken sich überexponierte Bilder sehr bald mit einem allgemeinen Schleier, welcher die Platte in der Aufsicht schnell schwarz erscheinen läſst. Entwickelt man trotzdem vorsichtig unter Bromkalizusatz weiter, bis, in der Durchsicht betrachtet, alle Details deutlich geworden sind und die Helligkeitsabstufungen genügend hervortreten, so kann man das auf diese Weise hergestellte Negativ, welches keine brauchbare Kopie ergeben würde, durch Abschwächen zunächst von seinem Schleier befreien und durch nachträgliche Verstärkung genügend decken.

Retouche.

Ist nun schlieſslich das Negativ fertig und getrocknet, so kann es ohne weiteres zum Kopieren dienen. Sehr häufig aber wird eine gewisse **Retouche** nötig sein. Die Retouche ist zwar eigentlich Sache geübter Fachleute, aber dennoch kann auch der Amateur durch geschickte Anwendung manche vortreffliche Resultate erzielen. Man hat gar viel gepredigt, daſs Aufnahmen wissenschaftlicher Objekte nicht retouchiert werden sollen. Das ist ebenso richtig wie falsch. Wenn damit gesagt sein soll, daſs alle Plattenfehler, unschöne Hintergründe und andere durch unvollkommene Aufnahmetechnik bedingte Unschönheiten stehen bleiben sollen, so ist das übertrieben. Wer die einfache Methode, die hier in Betracht kommt, nicht genügend beherrscht, soll freilich von Platten, die als Beweisstücke dienen sollen, die Hände weglassen, und gerade die eigene Ohnmacht hat wohl manchen die unbedingte Verdammung der Retouche aussprechen lassen. Verfasser steht zwar auch auf dem Standpunkte, daſs es besser ist, wirklich tadellose Aufnahmen zu machen, als Kunststücke mit der Retouche auszuführen, daſs aber da, wo es, ohne die Objektivität des dargestellten Gegenstandes zu schädigen, möglich ist, eine Retouche ihre völlige Berechtigung hat.

Manche Verbesserung eines Negativs läſst sich durch Retouche auf der Glasseite erreichen. Namentlich für Landschaften giebt diese Methode vorzügliche Resultate, wenn es gilt, dunklere Partien zurückzuhalten und helle Partien, namentlich des Vordergrundes und des Himmels, gleichzeitig stärker zu kopieren. Aber auch für Porträts und andere Aufnahmen läſst sie sich vielfach mit Vorteil gebrauchen. Zunächst wird die Glasseite nach guter Reinigung

Mattlack. mit **Mattlack** übergossen. Mattlack ist in den meisten photographischen Geschäften in guter Qualität zu haben. Wer ihn selbst herstellen will, löse

Sandarak	10	g
Dammaraharz	3	-
Schwefeläther	100	ccm

Nach erfolgter Lösung wird allmählich Benzol zugesetzt und unter wiederholten Versuchen, indem kleine Proben auf eine Glasscheibe aufgegossen werden, festgestellt, ob das Mattkorn neben hinreichender Dichte genügende Feinheit besitzt. Es werden ungefähr 40—60 ccm Benzol nötig sein. Nach erfolgter Fertigstellung überläſst man die Lösung zum Abklären einige Tage sich selber und filtriert sie dann, ohne aufzuschütteln, in eine reine Flasche. Man halte die Flasche gut verschlossen, weil durch Verdunsten der leicht flüchtigen Lösungsmittel sonst eine zu starke Konzentration herbeigeführt wird, welche die Ursache zu groben Korns der Mattschicht wird. Es braucht wohl kaum darauf hingewiesen zu werden, daſs dieser Lack sehr feuergefährlich ist, und daſs jedes Hantieren mit ihm bei offener Flamme vermieden werden muſs. Mit diesem Lack wird nun die Rückseite der Platte in der schon beschriebenen Weise überzogen. Hierbei ist ganz besondere Vorsicht geboten, weil die äuſserst bewegliche Flüssigkeit viel leichter über den Rand flieſst, wie etwa Kollodium. Ist trotz aller Vorsicht Lack auf die Vorderseite geflossen, so wird er mit Äther, Xylol, Chloroform oder dergleichen vorsichtig wieder abgewaschen. Nach völligem Trocknen der Lackschicht werden dann die Stellen, welche zu hell erscheinen und beim Kopieren zurückgehalten werden sollen, mit Graphitpulver abgedeckt. Wem kein Graphit zur Verfügung steht, kann sich leicht durch Abschaben von einem recht weichen und guten Bleistift das nötige Material beschaffen. Das Auftragen des Pulvers geschieht bei gröſseren Flächen mittelst eines Bausches von Sämischleder, bei kleineren mit einem Wischer. Natürlich muſs dieses Auftragen möglichst gleichmäſsig geschehen. Genügt die Deckung dann noch nicht, so werden die betreffenden Partien mit einem Bleistift, etwa Nr. 2, so über-

schraffiert, dafs die einzelnen Strichlagen sich in verschiedenen Richtungen durchkreuzen. Zu dichte Partieen können dadurch besser zur Geltung gebracht werden, dafs der Mattlack an diesen Stellen mit einem Messer weggekratzt wird.

Eine besonders bequeme Verwendung findet diese Art der Retouche in der Landschaftsphotographie zur Herstellung von Wolken. So erfreulich ein wolkenloser Himmel für den Menschen im allgemeinen ist, so unerfreulich und langweilig wirkt er auf Photographieen mit viel Himmel. Zuerst wird die Form der Wolken im grofsen und ganzen mit dem Lederbausch oder dem Wischer auf die Mattschicht eingezeichnet und dann mit dem Bleistift eine geeignete Modulation nachträglich gegeben. Man achte darauf, dafs man ein Negativ vor sich hat, und dafs diejenigen Stellen, welche auf dem Bilde am hellsten erscheinen sollen, bei der Retouche am schwärzesten gehalten werden müssen. Wer nicht im stande ist, die Form und Gestalt der Wolken einigermafsen zu beurteilen, mache sich eine Reihe von guten Wolkennegativen bei verschiedener Beleuchtung und nehme diese zum Vorbild bei seiner Retouche. Im allgemeinen ist es zweckmäfsiger, einen Wolkenhimmel durch Retouche zu erzeugen, als durch Einkopieren eines Wolkennegativs, weil der Retoucheur in der Lage ist, in jedem einzelnen Falle Gestalt und Beleuchtung der Wolken dem Charakter seines Bildes anzupassen und nicht an die vorhandene starre Form gebunden ist. Noch genauer auf die einzelnen Verwendungen der Retouche einzugehen, ist hier nicht der Ort, und zudem wird eine einmalige Unterweisung durch einen geübten Retoucheur viel lehrbringender sein, als die Lektüre eines dicken Buches. Verunglückt die Retouche auf der Rückseite, so wird die ganze Schicht durch eines der angegebenen Lösungsmittel beseitigt und von neuem begonnen. Man kann wohl sagen, dafs diese ganze Art der Retouche im Verhältnis zu ihrem künstlerischen Erfolge ungemein einfach und leicht zu erlernen ist.

Herstellung von Wolken.

Sollen gewisse Partieen des Bildes völlig abgedeckt werden, z. B. unpassende Hintergründe und dergleichen, so wird zu dem Ende auf der Schichtseite mit einer Abdeckfarbe und einem feinen, spitzen Tuschpinsel die Kontur nachgezogen. Für sehr feine Details der Kontur ist dies aber nur in ziemlich unvollkommener Weise möglich. Als Abdeckfarbe benutzt man eine der käuflichen (Schminke u. s. w.), oder Dammaralack, der mit Farbstoff hinreichend versetzt ist. Auf der Vorderseite braucht nur etwa 4—5 mm um das Bild herum abgedeckt zu werden, alles übrige erfolgt am besten auf der Rückseite, entweder mit irgend einer gut deckenden

Abdecken.

Malerfarbe, wie Kasslerbraun u. s. w., oder mit Asphaltlack, wobei den Farben zum schnelleren Trocknen etwas Malersiccativ zugesetzt wird. Beim Umziehen der Konturen verfahre man aber möglichst sorgfältig, und namentlich bei wissenschaftlichen Aufnahmen ist hier die Möglichkeit vorhanden, die Objektivität des Bildes sehr wohl zu beeinträchtigen. Derartig abgedeckt sind Figuren 91 u. 77.

Retouche mit Bleistift. Die eigentliche Retouche, wie sie der Photograph übt, geschieht mittelst Bleistift und Wischer auf der Schichtseite. Gelatineschichten nehmen im allgemeinen selbst härtere Bleistiftsorten ziemlich gut an, eventuell genügt schon ein leichtes Anhauchen, um die Schicht annahmefähiger zu machen. Genügt das nicht, so werden die betreffenden Stellen mit Mattoleïn, welches man wohl am besten kauft, ganz dünn mit der Fingerspitze angerieben. Man kann es sich herstellen durch Lösung von

Dammaraharz	2 g
Gereinigtem Terpentinöl	10 ccm

Auf der präparierten Stelle wird nun mit dem Bleistift durch Punktieren und Stricheln der gewünschte Effekt zu erzielen gesucht. Diese Art der Retouche dürfte hauptsächlich für Porträts in Anwendung kommen und hier die Kräfte eines Amateurs übersteigen. Eine gute Negativretouche erfordert eine langjährige Übung und gehört mit zu den schwierigsten Dingen auf photographischem Gebiete.

Ausflecken. Löcher in der Schicht werden ausgefüllt mit Karmin. Die mit Wasser in entsprechender Intensität angerührte Farbe wird mit einem spitz ausgezogenen Pinsel, den man senkrecht in die Mitte des Loches einsetzt, aufgetragen und vorsichtig nach dem Rande zu verteilt. Bei unvorsichtiger Handhabung kann man den hellen Fleck zwar dunkler machen, es entsteht aber an seinem Rande durch reichlichere Ablagerung des Farbstoffes nunmehr ein weiſser Kreis.

Lackieren. Gelatineplatten brauchen im allgemeinen nicht **lackiert** zu werden. Soll dies doch vor sich gehen, so geschieht es am einfachsten durch den käuflichen Zaponlack, der eine etwa 3 %ige Lösung von Kollodiumwolle in Amylacetat darstellt.

Retouchierpult. Alle Retouchierarbeiten werden auf einem **Retouchierpult** vorgenommen. Ein einfacheres und für die Zwecke des »Amateurphotographen« ausreichendes stellt Fig. 115 dar. Es ist eingerichtet für Platten bis zur Gröſse von 18 : 24, und besteht aus einem in verschiedenen Lagen durch Stützen zu haltenden Rahmen für die Negative, einem Kopfschirm und dem Beleuchtungsspiegel. Letztere sind aber nur dann zweckmäſsig, wenn sie auf eine mattierte

Fensterscheibe gerichtet werden können. Andernfalls bedeckt man den Spiegel mit einem weifsen Papierbogen, um ein ruhiges Licht zu bekommen. Das Pult wird vor dem Fenster auf einem Tisch in bequemer Höhe aufgestellt und so angeordnet, dafs das Auge nur von dem Licht getroffen wird, welches durch das Negativ einfällt. Daher genügt der einfache Kopfschirm nicht, sondern er mufs noch mit dem Einstelltuch überhangen werden, um das Seitenlicht abzublenden. Das neben und über dem Negativ vorbeigehende Licht ist durch entsprechend ausgeschnittene Bogen von schwarzem Papier abzuhalten.

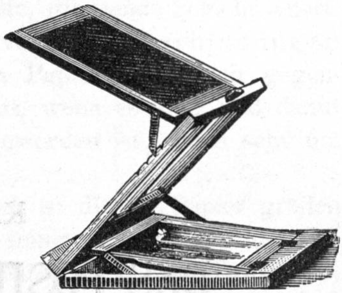


Fig. 115.

Aufbewahrung der Negative.

Sollen die fertigen Negative aufbewahrt und für spätere Benutzung tauglich erhalten werden, so ist es unbedingt zu empfehlen, jedes einzelne in ein reines Couvert zu stecken und zwar so, dafs die Schichtseite der nicht geklebten Seite zugekehrt wird. Derartige Couverts sind in vielen Handlungen vorrätig und enthalten auf der Vorderseite einen Vordruck für alle bei der Herstellung wichtigen Daten, wie Expositionszeit, Plattensorte u. s. w. Das Aufheben ohne Umhüllung in Kästen ist nicht empfehlenswert, weil beim späteren Nachsuchen leicht Verletzungen vorkommen können.

Schliefslich möchte der Verfasser namentlich den Anfängern dringend empfehlen, über alle bei der Herstellung eines Negativs mafsgebend gewesenen Daten genau Buch zu führen. Werden von Zeit zu Zeit diese Notizen durchgesehen und die entsprechenden Negative betrachtet, so erwirbt man sich allmählich eine Summe von Erfahrungen, die das Arbeiten unter ähnlichen Verhältnissen sehr erleichtern. Man notiere namentlich: Objektiv, Blende, Expositionszeit, Lichtverhältnisse, Plattensorte, Farbenfilter, Entwickler u. s. w. Das Gedächtnis allein genügt auf die Dauer nicht.

KAPITEL V.

DAS POSITIVVERFAHREN.

Das **Positivverfahren** ist dazu bestimmt, das Negativ umzukehren, rechts und links, wie die Helligkeitsintensitäten wieder zu vertauschen und von einem Negativ eine beliebige Anzahl Bilder herzustellen.

Papierbilder. Von allen Positivprozessen werden am häufigsten die angewendet, deren Grundlage ebenfalls, wie beim Negativprozeſs, Silberverbindungen sind. In der Regel wird die lichtempfindliche Schicht auf Papier aufgetragen. Die Beschaffenheit des photographischen Rohpapieres ist keineswegs gleichgültig, sondern es muſs bei seiner Herstellung eine ganz besondere Sorgfalt auf absolute Reinheit und Festigkeit verwendet werden. Fast das ganze

Rohpapier. verwendete Papier wird in den Fabriken von Blanchet Frères & Kleber in Rives (genannt Rivesrohpapier) und von Steinbach in Malmedy (Rheinprovinz) hergestellt. Da diese beiden Fabriken durchaus zuverlässiges Material liefern, so kann die Prüfung des Rohpapieres hier unberücksichtigt bleiben.

Vorpräparation. Das Silbersalz wird nun nicht direkt auf das Papier aufgestrichen, weil es sich dann in das Papier einsaugt und matte, kontrastlose Bilder geben würde, sondern die Oberfläche des Papiers erhält erst eine dünne Schicht, welche das Einsinken der Bilder verhindern soll und ihrerseits zum Träger der lichtempfindlichen Substanzen gemacht wird. Die zur Vorpräparation verwendeten organischen Substanzen tragen erheblich dazu bei, den Ton des reduzierten Silbers zu modifizieren. Die verwendete Silber-

verbindung ist in der Regel das **Chlorsilber.** Chlorsilber allein erzeugt aber nur flaue, unschöne Bilder, und erst bei Anwesenheit eines Überschusses von freiem Silbernitrat wird die nötige Kraft erreicht.

Albumin-papier.

Die früher und auch jetzt von den Fachphotographen in ausgedehntestem Maſse verwendete organische Unterlage ist das Eiereiweiſs, **Albumin,** welches eine sehr feste, glänzende Schicht liefert. Dem Albumin wird eine gewisse Menge von Chlorverbindungen zugefügt, und derartig vorpräpariertes Papier findet sich gegenwärtig in guter Qualität im Handel, das, wenn es älter und damit für die spätere Tonung brauchbarer geworden ist, einen sehr unangenehmen Geruch verbreitet.

Sensibilisierung.

Für diejenigen, welche gelegentlich zu diesem Papier greifen wollen, sei hier eine kurze Anleitung zu seiner Handhabung gegeben (Eder). Zunächst wird das käufliche Albuminpapier **sensibilisiert.** Das dazu nötige Bad besteht aus

Wasser	100 ccm
Silbernitrat	10 g

Hierzu wird eine Lösung von reinem kohlensaurem Natron (1 : 10) tropfenweise zugesetzt, bis sich ein weiſser, flockiger Niederschlag von kohlensaurem Silber gebildet hat. Dieser Niederschlag erhält das Bad neutral und farblos und darf daher nicht abfiltriert werden, sondern bleibt stets auf dem Boden der Flasche. Von diesem Bade wird in eine sehr sauber gereinigte Porzellan- oder Glasschale so viel gegossen, daſs die Flüssigkeit etwa 1 cm hoch steht und das Papier so darauf gelegt, daſs es mit der Schichtseite nach unten halbkreisförmig umgebogen und zuerst mit der konvexen Mitte mit dem Silberbad in Berührung gebracht wird. Um Luftblasen zu vermeiden, geschieht das weitere Auflegen nun so, daſs man die aufgebogenen Enden allmählich mit der Lösung in Kontakt bringt und die eingetauchten Teile unter Hin- und Herbewegen immer wieder aufhebt und senkt. Bleibt dennoch eine Luftblase an der Schicht hängen, so wird sie mit einem reinen Holz- oder Hornstäbchen vorsichtig beseitigt. Das Papier soll auf der Flüssigkeit schwimmen, ohne daſs die Rückseite im geringsten benetzt wird. Um die Finger nicht mit dem Höllenstein in Berührung zu bringen, knickt man zwei diagonal gegenüberliegende Ecken scharf nach oben um und benutzt sie als Handhaben. Ein Teil der aufgesaugten Höllensteinlösung verbindet sich mit den Chlorverbindungen des Albuminpapiers zu Chlorsilber, während nebenbei eine ziemliche Menge freien Silbernitrates aufgenommen wird. Diese ganze Sensibilisierung geschieht bei gelbem Lichte

und dauert etwa 1—2 Minuten. Dann hebt man das Papier von einer Ecke an vorsichtig wieder auf und zieht es über den Rand der Schale zur Beseitigung der anhaftenden Lösung, läſst gut ab-
Trocknen. tropfen und im Dunkeln trocknen. Um möglichst wenig Verlust an Silberlösung zu haben, stellt man unter das aufgehängte Papier ein Gefäſs, um später abtropfendes Silbernitrat noch aufzufangen.

Haltbarkeit. Das so präparierte Papier wird am besten noch an demselben, oder doch dem nächsten Tage, nachdem es gründlich getrocknet ist, verbraucht. Die Unbequemlichkeit des eigenen Silberns der Papiere, der unangenehme Geruch des Rohmaterials und die geringe Haltbarkeit des fertigen Papieres sind wohl der Grund, daſs die Albuminpapiere nie in den Kreisen der modernen Amateure Eingang gefunden haben. Bei den meisten Anhängern der Amateurphotographie spielt auch noch die allerdings nie zugegebene manuelle Ungeschicklichkeit, der Mangel an Erfahrung und Geduld eine wesentliche Rolle, Eigenschaften, die durch die erfinderische Thätigkeit vieler Fabrikanten und Händler immer weiter ausgebildet werden. Ihren Höhepunkt erreicht die Verlockung zur Bequemlichkeit in der Gebrauchsanweisung zum »Kodak«. »Sie drücken auf den Knopf, das andere besorgen wir.« Entwickeln und Kopieren gilt als eine untergeordnete Arbeit, die der groſsmütige Amateur dem einseitigen Fachmann überlassen kann. Wer derartigen Anschauungen huldigt, zeigt damit, daſs er von der Photographie so gut wie keine Ahnung hat. Mag er sie immerhin zum Nutzen der Händler und zum Spotte der Fachphotographen als Sport weiter treiben, aber von jeder ernsteren Verwendung der Photographie in Kunst und Wissenschaft lasse er sich fern und schweige still im Rate der Männer. Dies nur für die, so es angeht.

Emulsionspapiere. In Laienkreisen und neuerdings auch von Fachphotographen häufig verwendet sind die fertig sensibilisierten käuflichen Papiere. Die haltbaren Albuminpapiere verdienen diesen Namen nur in sehr beschränktem Umfange, weit mehr die **Gelatine- und Celloïdin-Chlorsilber-Emulsionspapiere.** Welches von beiden das bessere ist, gehört zu den unlöslichen Streitfragen. Celloïdinpapier dürfte das gegenwärtig am meisten gebrauchte von allen photographischen Papieren sein. Verfasser liebt es nicht, wenngleich seine Vorzüge, hohe Lichtempfindlichkeit, reiche Abstufung der Töne und bequeme Behandlung, nicht geleugnet werden sollen. Aber die Haltbarkeit, sowohl des unbelichteten Papieres, wie der fertiggestellten Bilder, ist nach seiner Ansicht nicht so groſs, wie beim Gelatinepapier. Dies gilt namentlich von den im Tonfixierbade behandelten Kopien. Auſserdem ist die Bildschicht des Celloïdin-

papieres ungemein empfindlich und leicht verletzlich. Aber es giebt viele Praktiker, die auf das Celloïdinpapier schwören und am liebsten jeden, der nicht ihrer Meinung ist, der ewigen Verdammnis anheim geben möchten. Darum sehe ein jeder, wie er's treibe, ein jeder, wo er bleibe.

Celloïdinpapier hat außerdem noch die unangenehme Eigenschaft, sich in den Bädern, die es zur Fertigstellung durchzumachen hat, einzurollen, wodurch eine gleichmäßige Bearbeitung erschwert wird. Für manche Zwecke, die aber mehr auf künstlerischem, als auf wissenschaftlichem Gebiete liegen, eignen sich die neuerdings sehr beliebt gewordenen matten Celloïdinpapiere mit Gold-, Platin- oder kombinierter Tonung.

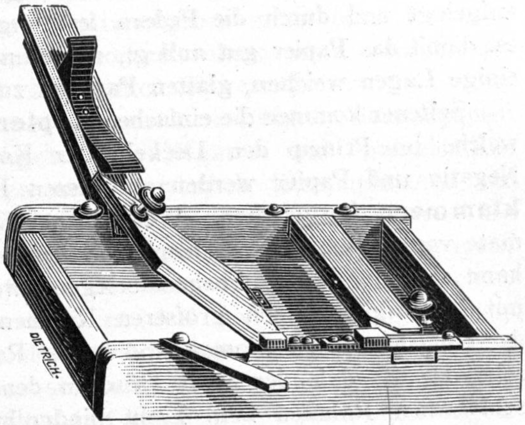
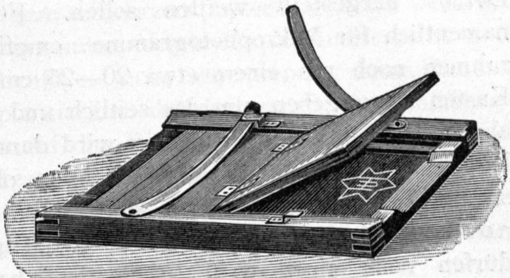


Fig. 116.

Das **Kopieren** der Bilder geschieht in sogenannten Kopierrahmen. Die Fachphotographen verwenden in der Regel die **Kastenrahmen** (siehe Fig. 116). Den Boden des Kastens bildet eine starke Spiegelglasscheibe, der Deckel ist zwei- oder dreiteilig und wird durch federnde Querleisten fest angepreßt. Die Amateure benutzen zumeist die sog. **amerikanischen Kopierrahmen** (Fig. 117), die ohne Spiegelscheibe gebraucht werden. Will man in einem solchen Rahmen kleinere Platten kopieren, als die, für deren Maximalgröße er bestimmt ist, so legt man eine blasenfreie, möglichst gleichmäßige, gut abgewaschene Glasplatte in den Rahmen ein und erst darauf das kleinere Negativ. Dies muß so gelegt werden, daß es nach dem Auflegen des Deckels von dessen beiden Teilen bedeckt ist, damit es beim späteren Nachsehen von der

Kopier-rahmen.


Fig. 117.

einen Hälfte unverrückt in seiner Lage gehalten wird. Dabei ist sorgfältig jeder allzu starke Druck zu verweiden, weil sonst die eingelegte Scheibe, wie das Negativ, leicht springen können.

Einlegen. Das Negativ wird nun so in den auf den Tisch gelegten Rahmen eingelegt, dafs die gut gereinigte Glasseite nach unten, die Schichtseite nach oben zu liegen kommt. Darauf kommt das lichtempfindliche Papier mit der Schicht nach abwärts, so dafs also Schicht auf Schicht liegt. Nun wird der Deckel aufgelegt und durch die Federn fest angedrückt. Vorteilhaft ist es, damit das Papier gut anliegt, zwischen Deckel und Papier noch einige Lagen weichen, glatten Papieres zu legen.

Kopierbretter. Seltener kommen die einfachen **Kopierbretter** in Verwendung, welche im Prinzip den Deckeln der Kopierrahmen entsprechen. Negativ und Papier werden auf diesen Brettern durch **Kopierklammern** festgehalten. Wer gelegentlich einmal gröfsere Formate verarbeitet, als sein Kopierrahmen ihm zu kopieren gestattet, kann sich durch ein Aneinanderlegen zweier Kopierrahmendeckel mit Leichtigkeit einen gröfseren Rahmen schaffen. Die Deckel der einfachen Kopierrahmen sind in der Regel zweiteilig, und man sehe darauf, dafs der Spalt zwischen den beiden Hälften bei geschlossenen Rahmen kein Licht hindurchtreten läfst, weil sonst leicht durch Belichtung von hintenher ein Strich quer über das Bild entstehen kann.

Kopieren. Ist der Rahmen beschickt, so wird er dem Tageslichte ausgesetzt. Das Licht mufs immer möglichst senkrecht auf die Platte fallen, und zwar um so mehr, je feinere und schärfere Details dargestellt werden sollen. Für sehr feine Negative, namentlich für Mikrophotogramme, empfiehlt es sich, den Kopierrahmen noch mit einem etwa 20—25 cm hohen, innen schwarzen Kasten zu umgeben, um das seitlich und schräge auffallende Licht abzuhalten. Diese Vorrichtung wird dann horizontal ins Freie gelegt, so dafs nur das senkrecht von oben herabkommende zerstreute Himmelslicht wirken kann. Im allgemeinen kopiert man normale Negative im zerstreuten Tageslichte. Sehr dünne bedürfen noch einer weiteren Schwächung des Lichts, indem Seidenpapier, Mattglas und selbst nicht zu dunkle Gelbscheiben über den Kopierrahmen gedeckt werden. In der Sonne werden nur sehr kontrastreiche Platten oder mit Urannitrat kräftig verstärkte Negative kopiert. Retouchierte Bilder sind in allen Fällen nur in zerstreutem Tageslichte zu kopieren, weil sonst die Retouche unangenehm hervortritt. Das Gleiche gilt von den mit Mattlack auf der Rückseite behandelten Negativen.

Die **Dauer des Kopierens** ist sehr verschieden nach der Beschaffenheit des Papiers, der Dichte des Negativs und namentlich nach der Helligkeit und Aktinität des Lichtes. Es ist so lange zu kopieren, bis alle Details in den Lichtern erschienen sind und das ganze Bild merklich dunkler geworden ist, als es fertig aussehen soll, weil im Fixierbad die Dichtigkeit mehr oder weniger stark zurückgeht. Dauer des Kopierens.

Die Schönheit der Kopie hängt zum gröfsten Teil ab von der Güte des Negativs. Flaue Negative geben selbst beim Kopieren in gedämpftem Lichte wenig schöne Resultate, noch weniger die unterexponierten und hart entwickelten Platten.

Von den angeführten Papiersorten erfordert Albuminpapier kontrastreiche, gut durchgearbeitete Negative und eine ziemlich lange Kopierzeit, weil es nicht sonderlich lichtempfindlich ist. Weicher sind die Negative für Celloïdin und Gelatinepapier zu halten. Bei diesen Papiersorten, insbesondere beim Celloïdinpapier, tritt in den Schatten bei hinreichend langer Exposition ein leichter Bronzeschimmer auf, ein Zeichen, dafs genügend lange kopiert wurde. Das Fortschreiten des Kopierprozesses wird beurteilt, indem der Rahmen an einen nur schwach mit Tageslicht oder mit Gas- bezw. Petroleumlicht erhellten Ort gebracht und nach vorsichtigem Öffnen einer Hälfte des Deckels und Aufheben des Papieres das entstandene Bild betrachtet wird. Genügt die Belichtung noch nicht, wird der wieder geschlossene Rahmen an seinen vorigen Ort in dieselbe Stellung zurückgebracht. Beurteilung der Kopie.

Um die Bilder zu begrenzen, können sie durch Papiermasken aus undurchsichtigem schwarzen Papier abgedeckt werden. Namentlich bei Mikrophotogrammen, deren Ränder meist nicht genügend scharf sind, empfiehlt es sich, den weniger brauchbaren Teil durch kreisrunde Papiermasken abzudecken. Viele Amateure haben das Bestreben, alles auf das Bild zu bringen, was auf dem Negativ vorhanden ist. Das wird häufig die Ursache, dafs die Gesamtwirkung des Bildes schwer geschädigt ist, während durch Herausnehmen nur eines Teiles der Aufnahme ein viel künstlerischerer Effekt zu erzielen wäre. Auch hier ist die Abdeckung durch schwarzes Papier das einfachste Mittel zum Zweck. Begrenzung der Bilder.

Die **allmähliche Abtönung**, wie sie von Photographen bei Porträts häufig angewendet wird, erreicht man durch Auflegen einer **Vignettiervorrichtung**. Die einfachste Form ist die einer Pappscheibe, in welche ein entsprechend grofser Ausschnitt gemacht ist, der etwas kleiner und von der Form sein soll, wie sie dem abzutönenden Bildteil entspricht. Diese Vignette darf nicht unmittel- Abtönen.

bar auf die Glasseite des Negativs zu liegen kommen, sondern in einiger Entfernung entweder auf die Spiegelscheibe des Kastenrahmens, oder auf den Holzrahmen der einfachen amerikanischen Kopierrahmen. Würde man die Scheibe unmittelbar auflegen, so bekommt man keine Abtönung, sondern eine mehr oder weniger scharfe Kontur, weil keine seitlichen Lichtstrahlen unter die Abdeckvorrichtung gelangen können. Statt dieser einfacheren Vorrichtung ist es besser, eine besondere Vignette herzustellen, indem ein entsprechend geformtes Loch von der Gröſse und Form des voll zu kopierenden Bildteiles in ein Kartonblatt eingeschnitten und dessen Rand durch radial gestellte, abwechselnd gröſsere oder kleinere Schnitte eingekerbt wird (Fig. 118). Die Länge der Schnitte richtet sich nach der Gröſse der gewünschten Abtönung und beträgt im Mittel 1½—2 cm für die gröſseren und halb so viel für die kleineren Schnitte. Dann werden die eingeschnittenen Ränder nach auſsen umgebogen und das Ganze auf die Platte gelegt. Derartige Vignetten finden sich aus Kautschuk oder Zink fertig im Handel. Die selbst gefertigten haben ihnen gegenüber den Vorzug, daſs sie nichts kosten und in jedem einzelnen Falle der Form und Gröſse des Bildes angepaſst werden können. Von den käuflichen Vignetten ist der sog. **Irisdegradateur** (Figur 119) die zweckmäſsigste. Auf einem Holzrahmen sind eine gröſsere Anzahl zweckentsprechend geformter und gebogener Lamellen aus Hartgummi *(a)* mit Stiften, nach Art der Irisblenden beweglich angebracht, durch deren Verstellung die Öffnung *C* verschiedene Gröſsen und verschiedene Formen annehmen kann. Es genügt also eine solche Vorrichtung für die meisten vorkommenden Fälle. Beim Kopieren verlaufender Bilder muſs der ganze Kopierrahmen öfter gedreht werden, um ein gleichmäſsiges Verlaufen nach allen Seiten zu erreichen. Haake und Albers bringen einen automatischen Rotationsapparat in den Handel, welcher dieses Drehen besorgt.

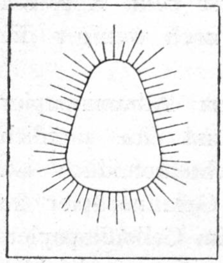

Fig. 118.



Fig. 119.

Ein Drehsessel thut dieselben Dienste. Es sei darauf aufmerksam gemacht, daſs ein unschöner Hintergrund durch Abtönen nicht schöner wird. Die Hauptverwendung findet das Abtönen in der Porträtphotographie, insbesondere dann, wenn der Hintergrund ziemlich gleichmäſsig und nicht zu dunkel gehalten ist. Vergl. Fig 77 u. 78. Manche Praktiker verwerfen alle Vignetten und ziehen geschickt angeordnete Watte allen derartigen Vorrichtungen vor.

Um einen ungeeigneten Hintergrund zu beseitigen, giebt es mehrere Möglichkeiten. Entweder es wird mit einer sog. Abdeckfarbe (Kap. IV S. 193) alles, auſser dem darzustellenden Gegenstand, vollständig abgedeckt, oder die nicht gewünschten Partieen werden auf dem Negativ ausgekratzt. Zu dem Ende werden die Umrisse mit einem scharfen, genau senkrecht zur Platte gehaltenen Messer bis aufs Glas umschnitten und dann mit schräg gehaltener Schneide alles andere weggeschabt. Sowohl das Umschneiden, wie das Abdecken sind ziemlich schwierig und mit peinlicher Genauigkeit auszuführen. Noch schwieriger ist folgender Weg. Zuerst wird von dem Negativ eine gewöhnliche Kopie hergestellt, dann das unfixierte Bild auf das Genaueste mit einer Scheere ausgeschnitten, die so gewonnene Maske auf das Negativ gepaſst und nun eine neue Kopie verfertigt, wobei dann die bedeckten Teile ausfallen. Handelt es sich um ein Porträt, bei dem nachträglich statt des unschönen weiſsen Hintergrundes ein allmählich verlaufender hergestellt werden soll, so wird nach vollendetem Kopieren durch den entsprechenden andern Teil der Maske das eigentliche Bild zugedeckt und in einem Kopierrahmen mittelst Vignette der Hintergrund nachträglich einkopiert. Soll z. B. bei einem Brustbilde auch der untere Teil der Figur abgetönt erscheinen, so muſs selbstverständlich bereits das Bild mit abgedecktem Hintergrunde mit derselben Vignette kopiert werden, welche nachher verwendet wird. Bei dieser Art des Abdeckens entstehen aber leicht durch ungenaues Aufpassen der Maske weiſse oder schwarze Ränder an den Konturen. Ein mit Farbe auf der Schichtseite abgedecktes Bild ist Figur 93. Die Zähne waren auf schwarz gefärbtem Wachs festgeklebt, damit sie sich deutlich vom Hintergrunde abheben sollten. Das war aber in gewünschter Weise nicht der Fall, zumal auch die Wachsschicht nicht strukturfrei genug war. Vergleichsweise wurde eine andere Aufnahme in der beschriebenen Weise ausgekratzt, jedoch hoben sich die Objekte besser von dem weiſsen Grunde ab. So muſs man in jedem Falle die jeweils besten Mittel ausprobieren.

Abdecken.

Alle Bilder, welche mit Abtönungsvorrichtungen kopiert werden sollen, sind selbstverständlich nur im zerstreuten Tageslichte zu belichten.

Fixieren des Bildes.

Um nun das überschüssige unbelichtete Silber aus der Bildschicht des Papiers zu entfernen, wird die fertige Kopie **fixiert**. Würde man nur eine einfache Lösung von unterschwefligsaurem Natron verwenden, so würde das Bild eine unangenehm gelbe Farbe erhalten und auch wenig haltbar sein. Daher **tont** man vor dem Fixieren das Bild, wobei das Silber durch Gold ersetzt wird. Zunächst wird alles überschüssige, im Papier enthaltene Silbernitrat, welches der Tonung hinderlich ist, durch gewöhnliches Wasser ausgewaschen. Die Kopien kommen in eine Schale mit Wasser etwa 10 Minuten lang. Hierbei trübt sich dasselbe, infolge seines Salzgehaltes, durch Bildung von Chlorsilber milchig und muſs so lange erneuert werden, als noch eine merkliche Trübung erfolgt. Wird dieses Auswaschen nicht gründlich vorgenommen, so entstehen bei der nachfolgenden Tonung Flecke. Sodann gelangen die Kopieen in das **Goldbad**. Der Rezepte für Goldbäder giebt es unendlich viele, und beinahe jeder Photograph hat sein besonderes, mit groſser Wichtigkeit geheim gehaltenes Rezept.

Tonen.

Tonbad für Albuminpapier.

Für **Albuminbilder** empfiehlt sich folgendes Tonbad.

Lösung 1:	Borax	8 g
	Wasser	1000 ccm
Lösung 2:	Chlorgold	1 g
	Wasser	50 ccm

Die Lösung 2 ist vor Licht geschützt aufzuwahren. Kurz vor dem Gebrauche werden gemischt:

Lösung 1	200 ccm
Lösung 2	3 -

In dieser Menge läſst sich etwa 1 Bogen (45 × 58 cm) tonen. Das Bild bleibt so lange in dem Bade unter fortwährendem Schaukeln, bis es in der Durchsicht den gewünschten braunvioletten bis bläulichschwarzen Ton angenommen hat. Dazu sind ungefähr 6–10 Minuten erforderlich. Kalte Bäder wirken zu langsam, warme zu schnell und geben oft ungleichmäſsige Töne. Die beste Temperatur ist etwa 18 ° C. Im Sommer müssen die Bäder eventuell durch Eis auf diese Temperatur abgekühlt, im Winter hingegen in der Nähe des Ofens vorsichtig angewärmt werden. Im Fixierbade ändert sich der Ton meistens etwas. Nach dem Waschen und Trocknen nimmt das Bild aber wieder die Färbung an, welche es nach dem Tonen bei Betrachtung in der Durchsicht hatte. Dies ist der Grund dafür, daſs die Beurteilung bei der Ver-

goldung nicht in der Aufsicht, sondern in der Durchsicht vorgenommen wird. Nach beendeter Tonung wird das Bild im Wasser gut abgewaschen und dann in eine frische Lösung von unterschwefligsaurem Natron (1:8) gelegt und unter öfterem Bewegen 10—15 Minuten lang fixiert. Alte Fixierbäder liefern wenig haltbare Bilder. Zweckmäfsig ist ein Zusatz von $^1/_2$ % Ammoniak und die Verwendung zweier frischer Bäder nacheinander. Fixierbad.

Auch die **Gelatine-** und **Celloïdinpapiere** behandelt man mit gröfstem Vorteil in getrenntem Ton- und Fixierbad. Die etwas überkopierten Bilder werden genau wie beim Albuminpapier zunächst ausgewaschen, dann in das Goldbad übertragen. Die Fabrikanten legen ihren Papieren Gebrauchsanweisungen bei, und es dürfte ratsam sein, ihren Angaben genau zu folgen. Bei der grofsen Anzahl der existierenden Papiere soll daher an dieser Stelle kein besonderes Rezept angegeben werden. Nach dem Tonen werden die Bilder, genau wie beim Albuminpapier beschrieben, gewaschen und fixiert. Bei Gelatinebildern ist die aufgeweichte Schicht sehr empfindlich und man mufs sie mit besonderer Vorsicht behandeln. Man vermeide jede Berührung der Schicht mit den Fingern. Um die letzteren Papiere etwas widerstandsfähiger zu machen, bewährt sich am meisten ein Gerben in der von Stolze angegebenen Lösung. Eine 1 % Chromalaunlösung wird tropfenweise mit Ammoniak versetzt, bis die entstehende Trübung gerade noch verschwindet. Bleibt eine leichte Trübung, so ist zu filtrieren. In diesem Bade werden die Gelatinebilder nach nahezu beendigtem endgültigem Auswaschen 3—4 Minuten lang gebadet und nachher nochmals $^1/_4$ Stunde gewaschen. Durch diese Behandlung erlangen sie die Widerstandsfähigkeit der Albuminbilder. Eine Härtung der Celloïdinschicht ist auf diesem Wege nicht möglich. Tonen der Emulsionspapiere. Härten der Gelatinebilder.

Unter Umständen kann es erwünscht sein, den Bildern **Hochglanz** zu geben. Früher war das für alle Bilder sehr beliebt, während in der Gegenwart die matten Schichten wegen ihrer ruhigeren Wirkung mit Recht vorgezogen werden. Eigentlicher Hochglanz ist nur für sehr feine Mikrophotogramme und verwandte Gegenstände erwünscht. Bei Gelatinebildern wird er durch **Aufquetschen** auf Ebonit-, Glas- oder gut lackierte Ferrotypplatten erzeugt. Ohne eine geeignete Vorpräparation bleiben jedoch die Bilder an der Unterlage haften. Am einfachsten, weil am leichtesten zur Hand, verwendet man Glasplatten. Sie werden mit Seife gut abgewaschen, gründlich abgespült und mit alter reiner Leinwand sauber abgetrocknet. Dann wird von einer 1 %igen Hochglanz.

Lösung von Wachs in Terpentin so viel auf die Scheibe gegossen, daſs es sich ohne Mühe über die ganze Fläche verteilen läſst und nun mit einem reinen Flanelllappen der gröſste Teil durch kräftiges Reiben wieder entfernt. Auf diese Weise verbleibt nur eine äuſserst dünne und geringfügige Wachsschicht auf der Oberfläche des Glases. Um ganz sicher zu gehen, wird diese Schicht noch mit einem Gemisch von 4 Teilen gepulvertem Asbest, sog. Federweiſs, und einem Teil Talkum, welches in ein feinmaschiges Leinensäckchen gefüllt ist, gleichmäſsig eingestaubt und dann nochmals durch kräftiges Abreiben mit einem Flanelllappen eine gleichmäſsige, dünne Puderschicht erzeugt. Erst auf diese so vorbereitete Platte kommt das Gelatinebild. Um ein gleichmäſsiges, glattes Anliegen zu erreichen, und namentlich um die Bildung von Luftblasen zu umgehen, wird die Platte in eine Schale mit reinem, durch Kochen von Luft befreitem Wasser, welches selbstverständlich wieder abgekühlt sein muſs, hineingelegt, und das Bild mit der präparierten Seite nach unten unter Wasser auf die präparierte Glasseite gelegt. Nun hebt man beide zusammen allmählich, von einer der schmalen Seiten beginnend, langsam heraus und läſst abtropfen. Dann wird das Bild mit Flieſspapier bedeckt und mit dem Handballen gleichmäſsig und leicht angedrückt. Die vielfach beliebten Gummirollenquetscher sind durchaus entbehrlich. Man läſst das Bild bei gewöhnlicher Zimmertemperatur trocknen, und falls es nicht von selber abspringt, lüftet man durch Unterschieben einer flachen Messerklinge die Ränder und zieht das Bild dann ab. Sind die Bilder nicht gegerbt und werden sie in der Wärme getrocknet oder auf mangelhaft vorbereitete Platten aufgetragen, so bleiben sie mit groſser Sicherheit hängen und sind damit verloren. Viele besorgen das Aufquetschen der Bilder erst dann, wenn sie bereits getrocknet waren und weichen die Schicht kurz vorher in Wasser unvollständig auf. Allerdings lösen sich derartig behandelte Bilder leichter ab, aber der Hochglanz wird häufig nicht gleichmäſsig.

Tonfixierbäder.

Einfacher als das getrennte Tonen und Fixieren erscheint auf den ersten Blick die Verwendung von sogenannten **Tonfixierbädern**, bei denen diese beiden Prozesse in einer und derselben Lösung erfolgen. Weil ihre Verwendung scheinbar sehr bequem ist und insbesondere auch, weil der Ton, welchen die Bilder in dem Bade erhalten, nahezu der gleiche ist, den sie nach ihrer Fertigstellung zeigen, so haben die Tonfixierbäder in den Laienkreisen die weiteste Verbreitung gefunden. Für Emulsionspapiere bieten sie in der That mancherlei Vorteile, jedoch sind folgende

Vorschriften auf das Genaueste zu befolgen, wenn die Bilder haltbar werden sollen. Die fertigen Kopieen, die erheblich dunkler gehalten sein müssen, als sie fertig aussehen sollen, kommen nicht direkt in das Tonfixierbad, wie die beigegebenen Gebrauchsanweisungen verlangen, sondern erst nach gründlichem Waschen zur Befreiung von dem überschüssigen Silbernitrat in der beim getrennten Verfahren angegebenen Weise. Erst dann kommen die einzelnen Blätter in das Tonfixierbad. Es dürfen fernerhin die Tonfixierbäder nicht allzusehr ausgebraucht werden und müssen, wenn sie beginnen zu langsam zu arbeiten, durch Zusatz einiger Tropfen Chlorgoldlösung das bereits verbrauchte Gold wieder zugeführt erhalten. Alte Bäder tonen auch, ohne nur eine Spur von Gold zu enthalten. Dies beruht darauf, daſs in den sauren Bädern sich aus den schwefelhaltigen Chemikalien bei dem Tonprozeſs Schwefel abspaltet, der sich mit dem Silber des Bildes zu Schwefelsilber verbindet, welches in seinem Aussehen der Goldfärbung ähnelt, aber keineswegs haltbar wie jene ist. Diese sogenannte Schwefeltonung führt dazu, daſs die Bilder sehr bald fleckig werden, vergilben und nahezu ganz verschwinden. Weiterhin ist darauf zu achten, daſs, wie schon beim Negativverfahren ausführlich besprochen wurde, durch gründliches Fixieren in Wasser leicht lösliche, unterschwefligsaure Silberverbindungen entstehen. Am sichersten wird dieses Ziel dadurch erreicht, daſs nach dem Tonfixieren die Bilder gründlich ausgewaschen und in einem frisch bereiteten, durch tropfenweisen Zusatz von Ammoniak jeder Spur von Säure beraubten Fixierbade (1 : 20) 5—10 Minuten nachfixiert werden. Wird vor dem zweiten Fixierbade nicht gewaschen, um die anhaftenden Chemikalien und Säuren nach Möglichkeit zu entfernen, und wird das Nachbad nicht sorgfältig auf seine Säurefreiheit geprüft, so hat es wenig Wert. Ein gutes Tonfixierbad ist folgendes:

Schwefeltonung.

Nachfixieren.

Wasser	1000	g
Unterschwefligsaures Natron	250	-
Essigsaures Blei	10	-
Citronensäure	7	-
Rhodanammonium	30	-
Alaun	8	-

Beim Hinzufügen der Citronensäure tritt infolge teilweiser Zersetzung des unterschwefligsauren Natrons eine Trübung durch ausgeschiedenen Schwefel ein. Der Zusatz von Blei hat den Zweck, den entstehenden Schwefel zu binden und als Schwefelblei niederzuschlagen, bevor er zu einer Zersetzung des Silbers Veranlassung

giebt. Nach völliger Lösung giebt man Schnitzel und Abfälle von unfixiertem Papier hinzu, läſst das Ganze unter häufigem Schütteln 8 Tage lang stehen, und filtriert dann. Unter starkem Umrühren werden sodann in dünnem Strahle 75 ccm Chlorgoldlösung 1 : 200 hinzugefügt. Je länger dieses Bad gestanden hat und je vollständiger die Ausscheidung des Schwefels erfolgt ist, um so dauerhaftere Resultate liefert es und sollte daher nicht in Gebrauch kommen, bevor es ein Alter von mindestens 4 Wochen erreicht hat.

Vorbad. Die Bilder kommen, wie bereits gesagt, erst nach gründlichem Auswaschen in reinem Wasser in dieses Bad. Namentlich für Celloïdinpapier empfiehlt es sich, nach dem Wässern noch ein 1 %iges Ammoniakbad vor dem Tonen einzuschalten.

Die einzelnen Blätter werden mit der Schicht nach unten in das Bad gebracht und alsbald umgekehrt, um die anhängenden Luftblasen zu entfernen. Man soll nicht mehr als 2 Bilder auf einmal in die Schale legen, um den Prozeſs genügend verfolgen zu können. Bleiben Luftblasen haften, so tont das Bild an dieser Stelle nicht und bleibt gelb. Zunächst färbt sich das ganze Bild rötlich gelb und nach etwa 5 Minuten, wenn der gröſste Teil des Silbers gelöst ist, beginnt die Tonung, welche so lange fortzusetzen ist, bis das Bild in der Aufsicht den gewünschten Ton erreicht hat. Bei diesem Bade müssen die Töne sämtlich mehr braun als blau gehalten werden, um Schwefeltonung zu vermeiden. Ganz frische oder kalte Bäder tonen ungemein langsam. Bei einer Temperatur von etwa 18° C. ist das Bild in 10—12 Minuten fertig.

Tonfixierbad mit Borsäure. Ein anderes Tonfixierbad, welches eine etwas geringere Gefahr der Schwefeltonung bietet und selbst in frischer Lösung gut tont, ist das **Borsäure-Tonfixierbad** (Gaedike-Krügener):

Destilliertes Wasser	600 g
Unterschwefligsaures Natron	200 -
Rhodanammonium	20 -
Borax	5 -

und nacheinander hinzugesetzt:

1.	Heiſses destilliertes Wasser	350 g
	Krystallisierte Borsäure	30 -
	Alaun	10 -
	Kohlensaures Ammoniak	1 -

Beim Zufügen des kohlensauren Ammoniaks tritt eine Gasentwicklung und ein flockiger Niederschlag ein.

2.	Bleinitrat	15 g
	Heiſses Wasser	50 -

Diese drei Lösungen werden tüchtig geschüttelt, nach 24stündigem Klären filtriert und hinzugefügt 120 ccm einer Chlorgoldlösung von 1 : 200. In dem angegebenen Quantum lassen sich etwa 10 Bogen Papier tonen (Schmidt). Hat man das Bad etwa zur Hälfte ausgenutzt, setzt man nochmals eine Lösung von 5 g Borax in möglichst wenig heiſsem Wasser hinzu. Das Tonen erfolgt in den angegebenen Bädern schneller, wenn die Schichtseite nach unten liegt. Der bei gebrauchten Tonfixierbädern entstehende Niederschlag wird vor jedem neuen Gebrauche abfiltriert.

Nach beendigtem Tonen wird in flieſsendem Wasser 2 Stunden gründlich ausgewaschen. Dabei dürfen die Bilder nicht aneinanderhängen und sich gegenseitig bedecken. Endlich werden sie auf Flieſspapier gelegt oder noch besser an Kopierklammern aufgehängt und getrocknet. Wer nach den angegebenen Vorschriften arbeitet, wird mit Tonfixierbädern gute Resultate erhalten, aber zugeben, daſs die Einfachheit nur eine scheinbare ist.

Positive auf Glas.

Statt auf Papier werden von einigen Firmen die gleichen Emulsionen auch auf Glas aufgetragen. Derartige Bilder eignen sich namentlich auf mattem oder auf Milchglas zu Demonstrationen und Ausstellungszwecken. Einige Schwierigkeit bildet dabei das Kopieren, weil unter Verwendung gewöhnlicher Rahmen das Fortschreiten des Kopierprozesses nicht zu beobachten ist. Es muſs daher entweder ein besonders konstruierter Rahmen verwendet werden, welcher gestattet, Negative und Positive in unverrückbarer Lage zu einander festzuhalten, wenn der Rahmen geöffnet wird, oder man kopiert unter einem analogen Negativ gleichzeitig auf Papier ein Kontrollbild und setzt nach Fertigstellung der Papierkopie das Kopieren des Glasbildes noch um ein Geringes weiter fort. Die Weiterbehandlung geschieht am einfachsten in Tonfixierbädern.

Diapositive.

Diese Art der **Diapositive** ist aber entbehrlich, wenn statt direkt kopierender Platten solche mit Chlorbromsilberemulsion und nachheriger Entwicklung gewählt werden. Derartige Platten dienen insbesondere zur Herstellung der **Projektionsbilder.** Sie sind erheblich empfindlicher als Papier und wie die Bromsilberplatten bei rotem Lichte zu behandeln. In Deutschland fabrizieren gute Platten Perutz, Unger & Hoffmann, Anilinfabrik, Steinschneider und andere, welche den englischen Fabrikaten von Edwards, Thomas u. s. w. durchaus ebenbürtig an der Seite stehen. Die Hauptbedingung für ein gutes Diapositiv ist, daſs die hellen Stellen durchaus klar bleiben, die Schatten hinreichend gedeckt und dennoch bis zu einem gewissen Grade transparent erscheinen,

und die Halbtöne eine reiche Abstufung zeigen. Diesen Bedingungen ist nur dann erfolgreich zu entsprechen, wenn eine durchaus richtige Expositionszeit eingehalten wird.

Kopieren. Das **Kopieren der Diapositive** geschieht im Kopierrahmen genau so wie bei Papier, jedoch mufs bei dem Auflegen der Platte auf das Negativ jeder zwischenliegende Staub sorgfältig entfernt und vorsichtig verfahren werden, um das Original nicht zu verkratzen. Da die Diapositivplatten verhältnismäfsig dünn und mit einer ziemlich durchscheinenden, glänzenden Schicht überzogen sind, so ist es für den Anfänger nicht leicht, Glas- und Schichtseite zu unterscheiden, weil das Kriterium, welches bei gewöhnlichen Trockenplatten gilt, spiegelnde Glasseite, matte Schichtseite, fast ganz wegfällt. Immerhin läfst sich ein geringer Unterschied bei genauem Zusehen feststellen. Sicherer ist die Beurteilung durch das Gefühl. Die Glasseite ist für die tastende Fingerspitze völlig glatt, während die Schichtseite einen geringen Widerstand bietet, der noch deutlicher bei leisem Kratzen mit dem Fingernagel zu fühlen ist. Dafs alle derartigen Versuche nur an einer Ecke oder dem äufsersten Rande vorgenommen werden müssen, ist selbstverständlich.

Liegt Schicht auf Schicht, so wird der Kopierrahmen geschlossen und bei künstlichem Lichte exponiert. Bequem ist es, wenn eine Gasflamme zur Verfügung steht. Während des Einlegens der Platte, welches, wie gesagt, bei rotem Lichte erfolgt, wird die Flamme so niedrig geschraubt wie irgend möglich, und nach erfolgter Vorbereitung der Gashahn wieder geöffnet. Auch jede gut brennende Petroleumlampe, Gasglühlicht etc. kann benutzt werden. Wer die in Figur 102 abgebildete Dunkelkammerlaterne besitzt, wird zweckmäfsig den gelben Cylinder durch einen weifsen ersetzen und durch Abheben des roten die Exposition bewirken. Die Lichtstrahlen sollen die Platte senkrecht treffen, weshalb jede stärkere Neigung der Kopierrahmen zu vermeiden ist. Dichte Negative werden dem Lichte unmittelbar ausgesetzt, mitteldichte unter einer Mattscheibe, flaue unter einer schwachen Gelbscheibe. Eine weitere Möglichkeit, die Lichtwirkung zu regulieren, besteht in der gröfseren Annäherung oder Entfernung der Lichtquelle. Als geringster Abstand sind ca. 50 cm einzuhalten. Dichte Negative werden näher an die Flamme herangebracht als dünnere, die je nachdem 1—2 m entfernt aufgestellt werden müssen. Die Expositionszeit richtet sich nach der Empfindlichkeit des jeweils gebrauchten Fabrikates, der Dichtigkeit des Negativs, dem Abstand von der Lichtquelle und deren Helligkeit. Allgemein gültige Regeln lassen sich schwer geben. Den Platten werden Gebrauchs-

anweisungen beigelegt, welche genügenden Aufschluſs erteilen. Um einige Daten anzuführen, werden bei Perutz Chlorbromsilberplatten unter einem normalen Negativ 30 Sekunden bis 4 Minuten exponiert. Von der Länge der Expositionszeit und der Art des Entwicklers hängt der Ton des Silberniederschlages ab. Werden schwarze Töne gewünscht, so wählt man geringere Expositionszeiten (30—40 Sekunden), in einer Entfernung von $^1/_2$ m von der Lichtquelle und entwickelt mit Glycin oder mit Metol-Hydrochinon mit reichlichem Zusatz von Bromkali. Angenehm warmbraune Töne lassen sich erreichen durch eine Exposition von 2—4 Minuten und Entwicklung mit Rapidhydrochinon. Von den Seite 183 angegebenen Lösungen werden gemischt:

Lösung 1	50 ccm
Lösung 2	10 -
Bromkali (1 : 10)	20 -
Wasser	60 -

Die Entwicklung ist nicht so lange fortzusetzen, bis sich die unreduzierten Stellen zu decken beginnen, wie bei den Negativen, sondern sie müssen klar bleiben. Die endgültige Beurteilung des Bildes geschieht in der Durchsicht bei gelbem Lichte. Wer wenig empfindliche Plattensorten bearbeitet, kann sogar die ganze Arbeit bei gutem gelben Lichte vornehmen, weil das Chlorsilber für gelbes und selbst grünes Licht wenig empfindlich ist. Aus diesem Grunde erfordern auch die mit Gelbscheibe exponierten, oder die mit Urannitrat verstärkten Negative eine 2—3mal so lange Exposition als ungefärbte. Die weitere Behandlung durch Abspülen, Fixieren und Waschen ist dieselbe wie beim Negativ. Die speciell für die Projektionsapparate bestimmten Diapositive haben in der Regel ein Format von $8^1/_2$: 10 cm, und es wäre zu wünschen, daſs dieses Format noch einheitlicher als bisher innegehalten würde.

Kolorieren der Diapositive.

Ein Mittel, die Wirkung der Diapositive wesentlich zu erhöhen, besteht in der **Kolorierung** der fertigen Bilder mit Anilinfarben. Diese Methode ist schon ziemlich alt, kommt aber erst neuerdings durch die von Vereinen eingerichteten Projektionsabende zu allgemeinerer Geltung. Die Anilinfarben werden für den gedachten Zweck in fester und flüssiger Form von Dr. Jacobsen in Berlin in guter Qualität hergestellt. Das Bemalen geschieht am besten auf einem Retouchierpult. Das zu kolorierende Diapositiv soll nicht allzu dunkel gehalten sein. Eine Anzahl der verwendeten Farben hat eine groſse Neigung, sich mit der Gelatine zu verbinden, während bei anderen dieses Bestreben weniger ausgesprochen ist. Farben, die sich leicht mit der Gelatine verbinden,

sind in weit stärkerer Verdünnung aufzutragen, als die übrigen. Das Mischen der einzelnen Farben ist nicht in allen Fällen möglich, da sie vielfach miteinander Verbindungen eingehen, die zu einem schwärzlichen Niederschlag Veranlassung geben und die Grundfarben aufheben. In solchen Fällen ist es besser, statt die Farben von vornherein zu mischen, sie nacheinander aufzutragen. Das Malen selbst geschieht in folgender Weise: zunächst wird das Positiv mit einem der bei der Aquarellmalerei üblichen Waschpinsel in ganzer Ausdehnung mit Wasser eingeweicht. Dann übermalt man zuerst die gröfseren Partieen mit den betreffenden Farben in sehr starker Verdünnung ohne grofse Ängstlichkeit rasch, und sobald der Auftrag der Farbe vollendet ist, wird jedesmal mittelst Waschpinsel und reinem Wasser die betreffende Partie wieder übergangen. Verwendet man zu konzentrierte Farben und spült nicht genügend nach, so werden die einzelnen Pinselstriche sichtbar und verderben das Bild. Die grünen Anilinfarben haben alle eine mehr oder weniger blaue Nuance und aufserdem wenig Neigung, die Gelatine zu färben. Sie müssen infolgedessen in etwas stärkerer Konzentration aufgetragen werden. Um die lichteren Partieen im Grün zu heben, wird dann mit einem dünnen Gelb oder Lichtbraun übermalt. Würde man gelb und blau von vornherein zu grün mischen, so würde die Schicht fast nur durch den gelben Farbstoff gefärbt, während das Blau nur einen minimalen Eindruck hinterläfst. Beim Malen des Himmels auf Landschaftsbildern fängt man am oberen Rande an, und indem man mit raschen Pinselstrichen gegen den Horizont zu malt, erreicht man auf diese Weise ganz von selbst ein allmähliches Abtönen der Farbe. Nie versäume man immer wieder mit dem Waschpinsel, die aufgetragene Farbe abzuspülen. Genügt eine einmalige Übermalung nicht, so wird lieber zwei- oder dreimal übermalt, als eine stärkere Konzentration genommen. Eine genauere Beschreibung bis in ihre Einzelheiten ist natürlich bei den vielen Möglichkeiten nicht zu geben, und es bleibt dem Geschmack und dem Geschick des Einzelnen anheimgestellt, jeweils die richtige Farbe aufzutragen. Auf äufserste Naturähnlichkeit kommt es dabei gar nicht an. Einige Berücksichtigung verdient auch noch die Lichtquelle, die zur Projektion der kolorierten Diapositive dienen soll. Am einfachsten liegen die Verhältnisse beim elektrischen Bogenlichte, weil in ihm die Farben fast geradeso erscheinen wie bei Tageslicht. Andere Lichtquellen, wie z. B. Zirkon-, Petroleumlicht u. s. w. enthalten so viele gelbe Strahlen, dafs man unbedingt die Farben ihnen anpassen mufs. Wenn die gröfseren Partieen übermalt sind, so geht man allmählich

unter Benutzung immer feinerer Pinsel zur Ausführung der Details über. Man sei hier ja nicht zu ängstlich und kleinlich, weil sonst ein fleckiges, unharmonisches Bild entsteht. Der ganze Prozeſs soll mehr ein Tonen, als ein Malen sein. Im übrigen ist die ganze Ausführung ungemein einfach und leicht zu erlernen und erfordert keine besondere zeichnerische oder künstlerische Vorbildung. Die vollendete Ausführung der Bemalung erfordert allerdings einige Übung, und man lasse sich nicht durch die anfänglichen Miſserfolge abschrecken.

Fertigstellen der Diapositive.

Sind die Diapositive soweit fertiggestellt, so werden sie zum Schutze mit einer **Deckplatte** aus dünnem, weiſsen und schlierenfreien Glase bedeckt, und die beiden Platten mit schwarzem, gummierten Papier zusammengeklebt. Alle nicht zur Projektion bestimmten seitlichen Bildteile werden durch zwischengelegte, entsprechend geformte Masken aus schwarzem Papier verdeckt. Eine gute Umrahmung vermag die Wirkung eines Bildes wesentlich zu erhöhen. Mitunter wird man statt der Masken genötigt sein, alles, was nicht zu dem dargestellten Gegenstande gehört, mit Abdeckfarbe abzudecken, insbesondere bei anatomischen Präparaten, einzelnen Körperteilen u. a. m.



Fig. 120.

Aufbewahrung.

Aufbewahrt werden die Diapositive am zweckmäſsigsten in Nutenkästen, vergl. Fig. 120, in denen sie auch bei einem eventuellen Transport vor Bruch einigermaſsen geschützt sind.

Diapositive nach gröſseren Negativen.

Sollen von gröſseren Platten Diapositive für Projektionszwecke im Formate $8^1/_2 : 10$ cm hergestellt werden, so muſs dies mit Hilfe der Kamera geschehen. Das Negativ wird im durchfallenden Licht gut beleuchtet und in gewöhnlicher Weise mit der Kamera in der jeweils gewünschten Verkleinerung auf Diapositivplatten aufgenommen. Um recht klare Bilder zu erhalten, ist es dabei nötig, alles Licht auſser dem durch das Negativ hindurchgehenden vom Objektiv fern zu halten. Dazu kann eine der in Kapitel VI beschriebenen und in Figur 126 abgebildeten Vergröſserungsvorrichtungen dienen. Auch mit dem Skioptikum kann man Verkleinerungen von Platten herstellen, vorausgesetzt, daſs seine Konstruktion eine gleichmäſsige Beleuchtung der groſsen

Platten gestattet und Lichtquelle und Objektiv in hinreichend weiten Grenzen verschiebbar sind. Wer keine derartigen Hilfsmittel zur Verfügung hat, muſs sich so behelfen, daſs er den Zwischenraum zwischen Negativ und Stirnbrett der Kamera durch schwarze Tücher bedeckt, oder eine mit entsprechendem Ausschnitte für Negativ und Objektiv versehene Holz- oder Pappkiste von genügender Länge als Vorsatz für seine Kamera benutzt. Eine geschickte Improvisation ersetzt auch hier teure Apparate. Die Expositionszeiten sind der geringeren Empfindlichkeit der verwendeten Platten wegen erheblich gröſser, als bei Bromsilberplatten und dürften ungefähr das Drei- bis Vierfache dieser Zeit in Anspruch nehmen.

Entwicklungspapiere.

Es lassen sich nun auch noch durch Auftragen ähnlicher Emulsionen, wie sie zur Herstellung der Trockenplatten verwendet werden, auf photographisches Rohpapier Kopierpapiere herstellen, welche bei nachträglicher Entwicklung nach Art der Trockenplatten bei künstlichem Lichte Kopieen herzustellen gestatten. Sie haben mancherlei Vorzüge vor den Auskopierpapieren. Einmal machen sie den Photographen unabhängig von den Launen des Wetters und gestatten ihm, mit viel gröſserer Schnelligkeit zu arbeiten, und sodann ist der Ton der Bilder ein weit angenehmerer als der alte Photographieton.

Kilometerphotographieen.

In neuerer Zeit haben einige Firmen komplizierte Maschinen gebaut, welche gestatten, Negative automatisch auf derartige Papiere zu kopieren. Diese Maschinen sind so eingerichtet, daſs das Bromsilberpapier automatisch vor dem Negativ vorübergezogen und automatisch belichtet wird. Ein weiterer Teil der Maschine besorgt dann das Entwickeln, Fixieren und Wässern der Bilder. Da hierbei das Papier in groſsen Rollen verwendet wird, so führt dies Verfahren den abscheulichen Namen »Kilometerphotographie«. Durch diese Maschinen ist die Möglichkeit gegeben, zur Illustration wissenschaftlicher Abhandlungen Originalkopieen verwenden zu können, welche unter Umständen eine getreuere Wiedergabe des Gegenstandes gewährleisten, als selbst die feinsten Reproduktionsverfahren. Allerdings ist der Preis ein etwas höherer als bei Lichtdruck. Aber das dürfte kein Grund sein, bei wichtigen Publikationen dieses neue Hilfsmittel zu umgehen. Es sind im wesentlichen zwei Firmen, welche sich mit diesem Verfahren beschäftigen, einmal die Neue photographische Gesellschaft in Schöneberg-Berlin, welche wohl zuerst diese Art der Reproduktion übte. Bei ihren maschinellen Einrichtungen ist aber immer annähernd ein Quadratmeter Negative erforderlich, welche alle nahezu gleichartig beschaffen sein müssen, um gleichmäſsige Kopieen zu erzielen. Deshalb hat die Firma Dr. Adolf Hesekiel & Co. in Berlin eine Maschine herstellen lassen,

mit Hilfe deren sie auch einzelne Negative verschiedener Gröſse in beliebig hoher Auflage vervielfältigen kann.

Bromsilberpapier.

Auſser für Kontaktkopieen findet das **Bromsilberpapier** seine ausgedehnteste Verwendung bei der Vergröſserung. Diese Papiere besitzen eine groſse Haltbarkeit und sind sehr einfach zu handhaben. Es ist daher schwer einzusehen, warum dies Papier in Laien- und Fachkreisen nicht die verdiente Verwendung findet. Im allgemeinen werden drei Sorten hergestellt, welche sich nur durch die Beschaffenheit des verwendeten Rohpapieres unterscheiden. Diese drei Papiersorten sind das gewöhnliche photographische Rohpapier, ein etwas stärkeres mit einem Überzuge von Baryt und das kartonartige Pyramidenkornpapier. Während das letztgenannte vorzügliche Resultate für Landschafts-, Porträt- und ähnliche Aufnahmen liefert und nahezu das Ideal eines Vergröſserungspapieres ist, eignet sich für sehr subtile Aufnahmen wissenschaftlicher Objekte, namentlich für Mikrophotogramme u. dergl., weitaus am meisten das glatte und glänzende Barytpapier.

Kopieren m. Bromsilberpapier.

Die Exposition geschieht in der gleichen Weise, wie es beim Diapositivverfahren beschrieben ist, jedoch beträgt die Expositionszeit wegen der höheren Empfindlichkeit der Emulsion erheblich weniger. Die genaue Bestimmung erfolgt am besten durch den Versuch. Ein Blatt wird in kleinere Stücke zerschnitten, ein Teil davon unter dem zu kopierenden Negativ belichtet und dann entwickelt. In der Regel wird ein einmaliger Versuch schon genügen, um einen sicheren Anhalt für die richtige Expositionszeit abzugeben. Ungefähr beträgt sie für normale Negative in einem halben Meter Entfernung von einem Gasschnittbrenner 10—12 Sekunden. Das Kopieren bei Tageslicht ist wegen der Unsicherheit und Ungleichmäſsigkeit der Resultate unzweckmäſsig. Bei den auf gewöhnlichem Papier hergestellten Emulsionspapieren kann man mitunter im Zweifel sein, welches die präparierte Seite ist. Man braucht das Papier dann nur lose auf den Tisch zu legen und es wird sich dann mit der präparierten Schicht nach einwärts rollen. Selbstverständlich muſs alles Hantieren mit diesem Papier bei **rotem Lichte** geschehen. Für das endgültige Resultat ist grundlegend die richtige Expositionszeit.

Entwicklung.

Nachdem das Papier belichtet ist, wird es etwa eine Minute lang in reinem Wasser eingeweicht, um ein glattes Anliegen auf dem Boden der Schale und ein leichteres Annehmen des nachfolgenden Entwicklers zu erreichen. Dabei achte man darauf, daſs sich keine Luftblasen an die Schichtseite ansetzen und entferne etwa anhaftende vorsichtig unter Wasser mit den Fingern. Von

den Entwicklern dürfte das **Eisenoxalat** die besten Resultate geben. Die Entwicklung geschieht mit den oben auf Seite 180 beschriebenen Lösungen unter allmählichem Zusatze des Eisenvitriols. Auf etwa 100 ccm Flüssigkeit ist der Zusatz von etwa fünf Tropfen Bromkali wünschenswert. Es wird so lange entwickelt, bis die Schatten hinreichend schwarz, die Lichter aber möglichst klar geblieben sind. Die Entwicklung kann auch bei einer guten dunkelgelben Beleuchtung vorgenommen werden, weil das nasse Bromsilberpapier viel weniger empfindlich ist als das trockene, und die Beurteilung des Bildes bei gelbem Lichte erheblich leichter ist, als bei rotem. Die Entwicklung ist auf keinen Fall weiter fortzusetzen, als bis das Bild die Intensität hat, welche es nach seiner Fertigstellung zeigen soll, weil ein Zurückgehen im Fixierbade nicht stattfindet. Bei der Eisenentwicklung ist besonders sorgfältig das Berühren der Schicht mit den Fingern zu vermeiden, da einige Papiersorten gegen den anhaftenden Schweiſs ungemein empfindlich sind.

Ist die Entwicklung beendet, so kommt das Bild ohne vorheriges Abwaschen in ein Klärbad aus:

Wasser	100 ccm
Eisessig	1 -

In diesem Klärbad wird die weitere Entwicklung aufgehoben und eine etwaige Gelbfärbung verhindert. Nach 2—3 Minuten wird unter der Brause abgespült und im gewöhnlichen sauren Fixierbade fixiert. Etwas einfacher, weil das Klärbad wegfällt, ist die Entwicklung mit **Rodinal** in der Konzentration von 1 : 40 mit Zusatz von zwei Tropfen Bromkali auf jeden Tropfen Rodinal. Auch

Wasser	500 ccm
Natriumsulphit	10 g
Amidol	1 g

giebt einen vorzüglichen Entwickler ab.

Probekopieren.

Mit Hilfe dieser Papiere ist man nun imstande, von einem eben hergestellten Negativ sofort eine **Probekopie** zu machen. Wenn das Negativ gründlich fixiert und etwa 10 Minuten bis ¹/₄ Stunde gewaschen ist, weicht man kurz ein Blatt Bromsilberpapier in Wasser ein, legt unter Wasser die empfindliche Schicht auf die Gelatineschicht des Negativs, hebt beide zusammen vorsichtig heraus, läſst gut abtropfen, drückt leicht an, entfernt alle Wassertropfen von der Glasseite des Negativs, bedeckt die Rückseite des Papiers mit einer undurchsichtigen Lage, am besten ebenfalls mit einer Glasplatte, deren andere Seite mit schwarzem Papier bedeckt wird, und belichtet nun etwa doppelt bis dreimal so lange,

als unter gleichen Verhältnissen bei dem trocknen Papiere nötig wäre. Nachdem das Abziehen des Papieres vom Negativ unter Wasser erfolgt ist, wird unmittelbar die Entwicklung angeschlossen. Die glänzenden Barytpapiere erscheinen nach der Fixierung häufig unrein, weil auch an weißen und völlig abgedeckten Stellen eine leichte Reduktion und Schwärzung beim Entwickeln eintritt. Sie scheint durch mechanische Insulte vor der Entwicklung bedingt zu sein und kann leicht abgerieben werden. In sehr kaltem Wasser reibt man die Bilder — am besten nachdem sie gegerbt sind — mit einem Wattebausch kräftig ab. Auch nach dem Trocknen lassen sie sich noch mit absolutem Alkohol reinigen, jedoch weniger vollständig als im nassen Zustande.

Statt auf Papier hat man derartige Emulsionen auch auf Leinen aufgetragen, um eine Grundlage für die Ausführung von Ölgemälden zu schaffen. Von diesen Präparaten ist, soweit sie dem Verfasser bekannt sind, das **Photoleinen** von Dr. Hesekiel & Co. das beste. Die sehr regelmäßig gewebte, reine weiße Leinwand ist auf einem ziemlich starken Papier befestigt, welches dem Ganzen den nötigen Halt giebt. Die Emulsion enthält möglichst wenig Gelatine und besitzt im übrigen dieselben Vorzüge, wie die sonstigen Entwicklungspapiere der genannten Firma. Auf diesem Photoleinen lassen sich ebenso kontrastreiche und schöne Bilder herstellen, wie auf gewöhnlichem Bromsilberpapier. Die Behandlung ist dieselbe wie bei Papier. Soll das Photoleinen bemalt werden, so kann man die Ölfarben direkt auf die Bildschicht auftragen. Zweckmäßig ist es allerdings, wenn die ganze Fläche vorher mit französischem Malfirnis recht dünn und gleichmäßig überzogen wird. Photoleinen.

Die Bromsilberpapiere im allgemeinen lassen sich leicht mit Kreide, Pastell- und Aquarellfarben übermalen und können so als Grundlage dienen für farbige Zeichnungen. Jedoch verdient in dieser Beziehung das Platinpapier den Vorzug. Farbige Kopieen.

Bei dem **Kopierverfahren mit Platin** ist die eigentliche lichtempfindliche Substanz das oxalsaure Eisenoxyd. Es wird durch die Einwirkung des Lichtes reduziert zu Ferrooxalat, einem Salz, welches seinerseits bei Gegenwart von Ammonium- oder Natriumoxalat Kaliumplatinchlorür zu metallischem Platin zu reduzieren vermag. Die beiden Hauptarten des Platinpapieres sind das direkt kopierende Pizzighellipapier und das Platinpapier mit Entwicklung. Bei weitem am bequemsten ist das erstere von beiden. Es enthält alle in Frage kommenden Chemikalien in seiner präparierten Schicht. Wer das Material nicht in einer zuverlässigen Handlung möglichst frisch zu kaufen imstande Platindruck.

ist, kann sich sein Platinpapier relativ leicht selber herstellen. In dem Werke von Baron von Hübl: »Der Platindruck«, bei Knapp in Halle, findet sich eine Darstellung aller in Frage kommenden Dinge, so dafs das Studium dieses Büchleins den sichersten Weg zum Erfolge bieten dürfte. Hier mufs die Selbstdarstellung des Papieres übergangen werden. Sie hat übrigens noch den grofsen Vorteil, dafs das Kopierpapier den jeweils zu druckenden Negativen leicht anzupassen ist, während das käufliche Papier naturgemäfs sich nur für eine bestimmte Sorte von Negativen eignet. Technisch unvollkommene Negative sind für die Platinotypie noch weniger zulässig, als für irgend ein anderes Vervielfältigungsverfahren. Im grofsen und ganzen dürfte der Platindruck mehr ein Ausdrucksmittel in künstlerischer, als in wissenschaftlicher Beziehung sein; jedoch giebt er, wie bereits gesagt, für letzteren Zweck die beste Unterlage ab für die aquarellistische Ausführung von Mikrophotogrammen, Blumen, Schmetterlingen, anatomischen Präparaten und dergleichen mehr.

Aufbewahrung des Platinpapiers.

Das käufliche **Pizzighellipapier** erfordert im allgemeinen sehr kräftige und kontrastreiche Negative, welche auf Gelatine- oder Kollodiumemulsionen harte Bilder liefern würden. Das Papier ist, vorausgesetzt, dafs es vor jeder Feuchtigkeit geschützt aufbewahrt wird, längere Zeit haltbar. Sehr beliebt sind für die trockene Aufbewahrung Blechbüchsen, welche im Deckel einen Behälter zur Aufnahme von wasserfreiem Chlorcalcium enthalten. Dieses nimmt aus der Luft begierig Wasserdampf auf, wird dadurch feucht und beginnt schliefslich zu zerfliefsen. Ehe es soweit kommt, kann das Chlorcalcium durch Glühen auf Eisenblech, etwa einer Kohlenschaufel, wieder brauchbar gemacht werden. Es wird in Fliefspapier eingeschlagen, in den Behälter gebracht und die Büchse so aufbewahrt, dafs er nach unten zu liegen kommt, weil bei einem etwaigen Zerfliefsen des Chlorcalciums das Platinpapier verdorben werden würde. Aber auch ohne Chlorcalcium läfst sich das Papier gut erhalten, wenn es an einem möglichst trocknen Orte unter Druck aufbewahrt wird. Das in schwarzes Papier sorgfältig eingewickelte Platinpapier wird zwischen zwei Glasplatten gelegt und durch Bücher oder dergleichen kräftig beschwert.

Kopieren.

Vor dem Kopieren wird nun jedes einzelne Blatt im Halbdunkel oder noch besser bei gelbem Lichte nochmals kräftig getrocknet, im Winter am heifsen Ofen, im Sommer über einer Flamme. Dann wird es in den Kopierrahmen auf das Negativ gelegt, mit gleichfalls stark getrocknetem Fliefspapier hinterlegt und

nun am besten in der Sonne kopiert. Das Bild erscheint bräunlichgelb auf hellgelbem Grunde und wird so weit kopiert, bis die Hauptlinien deutlich sichtbar sind. Einige Versuche müssen auch hier erst die genügende Erfahrung schaffen.

Entwickeln.

Um die Reduktion des Platinsalzes einzuleiten, wird die aus dem Rahmen genommene Kopie in einen heiſsen Strahl von Wasserdampf gehalten, wie er z. B. einem Theekessel entströmt. Noch besser geschieht das Andampfen auf folgende Weise: Eine gewöhnliche Kochflasche wird mit einem doppelt durchbohrten, gut anliegenden Kork verschlossen. Durch die eine Öffnung wird ein passendes Glasrohr bis nahe auf den Boden der Flasche geführt. Es soll etwa 10—15 cm nach auſsen überstehen. Ein zweites rechtwinklig gebogenes und zu einer Spitze ausgezogenes Rohr wird nur bis in den oberen Teil des Halses eingeführt. Dann füllt man die Flasche halb mit Wasser und erhitzt zum Kochen. Das lange Rohr ist unbedingt als Sicherheitsventil nötig. Das ankopierte Bild wird etwa 3—4 cm von der Ausströmungsöffnung des Dampfes entfernt in den Dampfstrahl gehalten und nach und nach gleichmäſsig angedampft. Das Bild erscheint sofort tief schwarz. Durch Nähern oder Entfernen des Bildes von der Ausfluſsöffnung und durch längeres oder kürzeres Andampfen lassen sich die einzelnen Partieen des Bildes in geringen Grenzen stärker oder schwächer zum Vorschein bringen.

Fixieren und Waschen.

Ist das Bild vollständig erschienen, so kommt es zum Fixieren in eine dreimal erneute 1%ige Salzsäurelösung auf je fünf Minuten. Darin löst sich alles unzersetzte Eisen und Platin. Dann wird etwa ¼—½ Stunde die Säure gründlich ausgewaschen, gegen Ende des Waschens am besten ein Bad aus einer 1%igen Sodalösung eingeschaltet, nochmals kurz gewaschen und das Bild zum Trocknen aufgehängt.

Behandlung bei weichen Negativen.

Auf diesem Platinpapier können auch weichere Negative, wie sie für den Gelatinedruck erforderlich sind, kopiert werden, wenn es nicht getrocknet ankopiert, sondern nach vorheriger Anfeuchtung als schwarzes Bild auskopiert wird. Zum Anfeuchten bringt man das Papier für einige Stunden in eine Schachtel, welche mit Wasser angefeuchtetes Flieſspapier enthält, ohne aber direkt mit diesem in Berührung zu kommen. Schneller, aber nicht immer gleichmäſsig, erreicht man dasselbe Ziel durch mehrmaliges Anhauchen, oder dadurch, daſs das Papier von beiden Seiten zwei- bis dreimal in Pausen von 2—3 Minuten in den von einer Schale mit heiſsem Wasser aufsteigenden Dampf gehalten wird. Auf keinen Fall darf die Feuchtigkeitsmenge so groſs werden, daſs das Papier etwa gar

am Negativ haften bleibt. Deswegen vermeide man auch das Andampfen im Dampfstrahl. Ist das Papier genügend vorbereitet, so kopiert man gerade so, wie bei Silberbildern, das heifst, bis das Bild in allen seinen Teilen mit der gewünschten Kraft erschienen ist. Während des Kopierens ist die Möglichkeit gegeben, stärker gedeckte Stellen dadurch mehr herauszuholen, dafs an den betreffenden Teilen das Papier nochmals angehaucht wird. Das Auskopieren des Platinbildes erfordert erheblich längere Zeit, als das vorher beschriebene Verfahren und giebt nur dann gleichmäfsige und schöne Bilder, wenn die Anfeuchtung gleichmäfsig und weder zu stark noch zu schwach war. Ist das Bild völlig erschienen, so erfolgt die Fixierung, wie oben angegeben, mit Salzsäure.

Verstärken der Platinbilder.

Sind die Kopieen bei diesem Papier gelegentlich etwas zu hell ausgefallen, so können sie dadurch gekräftigt werden, dafs sie in einem Bade, in welchem zu etwa

100 ccm einer wiederholt zum Fixieren gebrauchten, also platinhaltigen ersten Salzsäurelösung
30 - Eisenvitriollösung (1 : 3) und
150 - oxalsaures Kali (1 : 3)

hinzugefügt sind, so lange unter stetigem Schaukeln verbleiben, bis die gewünschte Kräftigung eingetreten ist. Jedoch belegen sich hierbei nicht selten auch die Weifsen, und man mufs daher mit einiger Vorsicht verfahren.

Platinpapiere mit Entwicklung.

Die **Platinpapiere mit Entwicklung** zerfallen in zwei Klassen, in solche mit Platin im Entwickler und solche, die ohne Platin hervorgerufen werden. Der Unterschied beruht in der Vorpräparation, indem bei letzterem Papiere neben dem Ferrioxalat Platin zugesetzt wird, während erstere Papiere keinen erheblichen Platinzusatz erhalten. Die Papiere mit Platin im Entwickler sind nur wenig im Gebrauch, haben aber gegenüber den anderen Sorten den Vorteil gröfserer Haltbarkeit der fertigen Papiere und bequemeren Kopierens, weil sie nicht getrocknet zu werden brauchen und das Bild gut sichtbar ist. Dabei sind die Resultate, was Schönheit des Tones und Brillanz des Bildes antrifft, hervorragende. Diese Papiere eignen sich auch namentlich zur Selbstherstellung und lassen sich dann dem Charakter des jeweils verwendeten Negativs mit Bequemlichkeit anpassen. Zur Entwicklung der Bilder bereite man folgende Lösungen:

1.	Kaliumplatinchlorür	1 g
	Wasser	6 -
2.	Wasser	1000 -
	Neutrales oxalsaures Kali	10 -
	Phosphorsaures Kali	50 -

Es werden gemischt:

Lösung 1 1 ccm
Lösung 2 10 -

Diese Lösung wird entweder mit einem mittelweichen, breiten Pinsel auf das Papier rasch und gleichmäſsig aufgestrichen, oder man läſst das Papier mit der Schicht nach abwärts auf der Lösung schwimmen. Der gemischte Entwickler ist, bevor er gebraucht wurde, einige Tage haltbar, verdirbt aber in wenigen Stunden, wenn er bereits benutzt ist.

Die Papiere, welche zum Hervorrufen kein Platinsalz erfordern, werden entwickelt entweder mit neutralem oxalsaurem Kali (1:3), oder mit der oben angegebenen Lösung 2. Die Entwicklung geschieht entweder auf kaltem Wege, wobei darauf zu achten ist, daſs der Entwickler neutral reagiert, oder mit den auf etwa 60 Grad C. erwärmten und durch Oxalsäurezusatz deutlich sauer gemachten Lösungen. In beiden Fällen wird das Bild in dem Entwickler untergetaucht. Die kalte Entwicklung erfordert 2—3 Minuten, während bei der heiſsen das Bild sofort erscheint. Die heiſse Entwicklung eignet sich mehr für Kopieen nach sehr kontrastreichen und stark gedeckten Negativen. Sie dürfen nur soweit ankopiert werden, daſs die hellsten Lichter deutlich erscheinen. Die Nachbehandlung ist dieselbe, wie beim Pizzighellipapier.

Es erübrigt nun noch, den Kopierprozeſs kurz zu besprechen, welcher von allen die schönsten und dauerhaftesten Bilder zu liefern vermag, den **Pigment-** oder **Kohledruck.** Er basiert auf der Eigenschaft der mit doppelchromsauren Salzen behandelten Gelatine, durch Belichtung in warmem Wasser unlöslich zu werden. Wird der Gelatine ein sehr feinkörniger Farbstoff, z. B. Chinesische Tusche, Sepia u. dergl. zugesetzt, so hält sie ihn, wenn sie unlöslich geworden ist, mit zurück. Die **Pigmentpapiere** des Handels sind Rohpapiere, überzogen mit einer mehr oder weniger dicken Gelatineschicht, welche reichlich und gleichmäſsig mit feinkörnigen Farbstoffen in verschiedenen Tönen, Schwarz, Braun, Rot, Grün, Blau u. s. w. versetzt ist. Sie werden meistens in Rollen verkauft, sind bei trockener Aufbewahrung jahrelang haltbar und an sich nicht lichtempfindlich.

Kohledruck.

Papiere.

Was geschieht nun, wenn ein solches Pigmentpapier, nachdem es durch geeignete Behandlung mit doppelchromsaurem Kali lichtempfindlich gemacht ist, unter einem Negativ belichtet wird? An den durchsichtigen Stellen wird die Gelatine bis zu immer tieferen Schichten unlöslich, an den völlig gedeckten hingegen bleibt sie völlig löslich, und unter den Mitteltönen wird sie je nach ihrer Dichte

Entstehung des Bildes.

bis zu einer gröſseren oder geringeren Tiefe unlöslich. Es entsteht also ein Reliefbild, und die wechselnde Intensität der verschiedenen Bildteile wird bedingt durch die wechselnde Dicke der ihnen entsprechenden Schichten des Reliefs. Um sie zur Geltung zu bringen, muſs mit warmem Wasser die löslich gebliebene Gelatine entfernt werden. Dieser Teil der Gelatine liegt aber nicht an der Oberfläche des Pigmentbildes, sondern in der Tiefe nach der Papierunterlage zu. Daher muſs jedes Kohlebild zunächst auf eine andere Unterlage übertragen werden, so daſs seine ursprünglich oberste Schicht die unterste wird. Erst dann läſst sich das Bild durch Entfernen der löslich gebliebenen Gelatine entwickeln. Gleichzeitig bedingt dieser sog. einfache Übertrag dasselbe, was bei der Betrachtung einer gewöhnlichen Silberkopie von der Unterseite, also von der Rückseite durch das Papier hindurch eintritt, eine Vertauschung von rechts und links. Darum müssen alle Bilder, bei denen das nicht gleichgültig ist, nach der Entwicklung nochmals übertragen werden (doppelter Übertrag). Diese Umständlichkeit, sowie die Schwierigkeit, die Kopierzeit richtig zu beurteilen und vielleicht auch das Widerstreben vieler Händler, das Pigmentpapier in geschnittenen Formaten abzugeben, haben bisher der allgemeineren Einführung des Kohledrucks hindernd im Wege gestanden. Aber die Erfahrung lehrt, daſs jeder geschickte Amateurphotograph, wenn er erst einmal das Verfahren mit Erfolg versucht hat, es für alle Zeiten beibehält. Die Schwierigkeiten sind nur scheinbar, und der gröſsere Aufwand von Mühe wird sicherlich durch die prachtvollen Resultate aufgewogen und übersteigt nicht im geringsten den, welchen die neuerdings beliebt gewordenen Celloïdinpapiere mit doppelter Tonung (Platin und Gold) erfordern.

Einfacher Übertrag.

Doppelter Übertrag.

Sensibilisierung.

Die **Sensibilisierung** des Pigmentpapieres geschieht mit einer 1—4 % Lösung von doppeltchromsaurem Kali, wovon für sehr dünne Negative eine 1 %, für mittlere eine 2—3 % und für sehr kräftige eine 4 % Lösung verwendet wird. Zu der wässerigen orangeroten Lösung wird so viel Ammoniak hinzugesetzt, daſs die Farbe in eine hellgelbe umschlägt. Bei vielem Gebrauche wirkt das Chromsalz sehr unangenehm auf die Haut und ruft sehr schwer heilende Ekzeme und Geschwüre hervor, die sog. Chromkrätze. Für den Laien genügt ein häufiges Abspülen der Finger unter der Wasserleitung, gründliches Waschen nach beendeter Arbeit und Einfetten der gründlich abgetrockneten Hände mit Bryolin, Lanolin oder dergl. Es sei hier bemerkt, das die »aufgesprungenen Hände« nicht durch die langandauernde Wasserpantscherei entstehen, sondern durch öfteres Pausieren in der Arbeit mit ober-

flächlich abgetrockneten Händen. Gründliches Abtrocknen und nachheriges tüchtiges Einreiben mit den eben angeführten Fetten oder mit reinem Glycerin verhütet das Rissigwerden der Haut sicher. Ist sie aber einmal aufgesprungen, so schone man die Hände absolut bis zur Heilung. Das gilt nicht nur für das Arbeiten mit Chromsalzen, sondern für das Leben überhaupt.

Schneiden d. Papiere.

Wer das Pigmentpapier in Rollen zu kaufen genötigt ist, wird häufig Schwierigkeiten mit dem Schneiden in die einzelnen Formate haben, weil es beim längeren Liegen in trockner Luft hart und spröde wird. Man lege daher die Rolle zuvor 24 Stunden in eine feuchte Atmosphäre (Keller oder dergl.) und schneide dann gleich einen gröſseren Vorrat einzelner Blätter in verschiedener Gröſse. Zu dem Ende heftet man das freie Ende der Rolle mit mehreren Reiſsnägeln auf einen Tisch, eventuell sogar auf den sauberen Fuſsboden, rollt sie so weit auf, als sie zu Formaten verarbeitet werden soll, befestigt das Papier hier ebenfalls mit Reiſsnägeln auf der Unterlage und schneidet den Rest mit einem scharfen Messer ab. Das weitere Zerschneiden in kleinere Formate erfolgt am besten so, daſs das Papier mit der Schicht nach unten auf reines glattes Papier gelegt und wiederum mit Reiſsnägeln befestigt wird. Dann zeichnet man mit Lineal und Bleistift die einzelnen Blattgröſsen auf der Rückseite vor und schneidet sie mit scharfem Messer. Die einzelnen Blätter werden, um sie eben zu erhalten, unter Druck aufbewahrt, ganz ähnlich, wie es beim Platinpapier geschildert wurde.

Dauer der Sensibilisierung.

Die Chromsalzlösung wird in eine flache Schale gegossen, das Papier mit der Schicht nach oben völlig untergetaucht und die anhaftenden Luftblasen gewissenhaft mit dem Finger entfernt. Nach etwa 2—3 Minuten ist es völlig durchtränkt und hat sich glatt auf den Boden der Schale gelegt, während die Schicht glitschig anzufühlen ist. Nunmehr zeigt das Papier die Neigung, sich nach der nicht präparierten Seite, also nach rückwärts, umzubiegen. Ist dieser Zeitpunkt eingetreten, so ist die Sensibilisierung vollendet, das Papier wird herausgenommen und abtropfen gelassen. Bei dem nun folgenden **Trocknen** wird das Papier wieder hart und wellig. Das wird am besten vermieden durch Auflegen auf eine reine glatte Glasplatte, die gerade so vorpräpariert ist, wie bei dem Hochglänzendmachen der Gelatinebilder näher beschrieben wurde. Namentlich wenn sehr feine Negative, insbesondere Mikrophotogramme u. dergl. vervielfältigt werden sollen, ist dieses Aufquetschen dringend erwünscht. Andernfalls wird das Papier an Schnüren vermittelst Kopierklammern aufgehängt und, nachdem es halb trocken

Trocknen.

ist, auch an seinem unteren Ende beschwert. Alsdann zieht es sich beim völligen Trocknen annähernd glatt. Das Trocknen muſs in 4—5 Stunden erfolgt sein. Dauert es länger, so tritt leicht eine freiwillige Zersetzung ein. Zu groſse Wärme ist zu vermeiden, damit die Gelatine nicht schmilzt. Am einfachsten ist es, wenn die Sensibilisierung am Abend vorgenommen wird und die Nacht über das Trocknen erfolgt, im Winter in einem geheizten Zimmer, im Sommer in einem möglichst luftigen und kühlen Raume. Tageslicht ist beim Trocknen und Sensibilisieren unbedingt auszuschlieſsen, während Petroleum- oder Gaslicht keinen erheblichen Schaden bringt.

Aufbewahrung, Haltbarkeit.

Nach dem Trocknen wird das Papier unter Druck aufbewahrt und hält sich etwa 3—4 Tage brauchbar. Bei älterem Papier wird die Schicht von selbst unlöslich und für eine nachherige Entwicklung ungeeignet.

Die Sensibilisierungslösung hält sich, im Dunkeln aufbewahrt, längere Zeit und kann so lange benutzt werden, bis sie sich merklich dunkel färbt. Ihres minimalen Preises wegen ist es aber besser, jedesmal eine frische Lösung zu verwenden.

Sicherheitsrand d. Negative.

Ehe ein Negativ durch Kohledruck vervielfältigt wird, muſs es mit einem **Sicherheitsrande** umgeben werden, welcher verhindern soll, daſs beim Entwickeln ein Ablösen und Kräuseln der Ränder des Bildes entsteht. Zu dem Ende klebt man einen 3—4 mm breiten Streifen schwarzen Papieres vorsichtig und sauber rings um den Rand des Negativs auf die Schichtseite. Wenn die ganze Platte ausgenutzt werden soll, so schneidet man aus undurchsichtigem schwarzen Papier einen Rahmen aus, der nur 1—2 mm im Lichten kleiner ist, als das Negativ, legt ihn auf die Schichtseite des Negativs und wählt zum Kopieren ein so groſses Stück Pigmentpapier, daſs es ringsherum 3—4 mm breit auf den schwarzen Rahmen hinüberragt.

Kopieren.

Sodann achte man sorgfältig darauf, daſs das Papier in ganzer Ausdehnung auf dem Negativ glatt aufliegt, damit keine unscharfen Stellen entstehen. Es ist empfehlenswert, stets einige Lagen Flieſspapier zwischen Deckel und Bild zu bringen, um den Druck im Kopierrahmen zu erhöhen. Im übrigen wird das **Kopieren** genau so vorgenommen, wie beim Silber- oder Platinpapier. Da alle Kohlepapiere mit einer sehr intensiven Farbschicht überzogen sind, so entsteht kein direkt sichtbares Bild, und man braucht, um die Kopierzeit richtig abmessen zu können, eine besondere Hilfsvorrichtung, ein sog. **Photometer.** Von den im Handel befindlichen

Photometer.

Instrumenten ist das in Fig. 121 abgebildete und bereits in Kapitel I, Seite 22 erwähnte Vogelsche Photometer für den vorliegenden Zweck am geeignetsten.

Die Skala dieses Photometers ist durch halb durchsichtiges Papier hergestellt, welches von dem einen Ende zum andern in immer dickeren Lagen aufgeklebt ist. Die einzelnen Grade sind mit Buchstaben und Zahlen bezeichnet. Unter dieser Skala wird ein über *P* gespanntes Papier belichtet, dessen Herstellung Seite 22 beschrieben ist. Dies Papier hält sich bei sorgfältiger und sauberer Aufbewahrung 3—4 Wochen in brauchbarem Zustande. Ein passender Streifen wird in den Kasten *T* vermittelst des Rahmens *P* eingespannt und durch die bei *f* angedeutete, innerhalb des Kastens sitzende Feder, welche an dem Boden befestigt ist, in unverrückbarer Lage gehalten. Dann wird der Deckel mit der Skala auf das Papier gelegt und durch den Riegel *Z* festgehalten. Durch das Licht wird das Photometerpapier gebräunt, und zwar um so langsamer, eine je dickere Schicht der Skala es zu durchdringen hat.

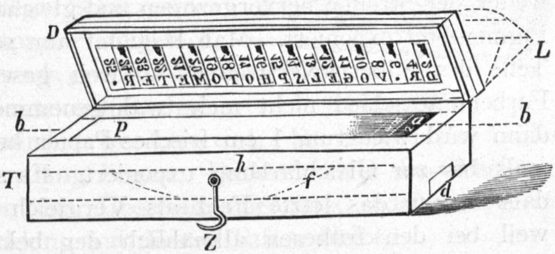


Fig. 121.

Um den Skalenteil festzustellen, bis zu welchem die Lichtwirkung fortgeschritten ist, wird bei Lampenlicht der Deckel des Photometers abgehoben und nachgesehen, welche Zahl eben noch auf dem Pigmentpapier zu erkennen ist. Die Zahlen heben sich weiſs auf braunem Grunde ab. Welcher Grad erreicht werden muſs, um ein gutes Bild auf dem Pigmentpapier zu erhalten, ist bei diesem Photometer so gut wie bei allen übrigen durch einige einleitende Proben empirisch zu ermitteln. Bei englischem Papier und normalem Negativ müssen nach Dr. E. Vogel 17 Sensitometergrade erreicht werden. Eine etwas einfachere und billigere Vorrichtung ist die **Kopieruhr Fernande.** Sie besteht aus zwei Metallrahmen, die durch eine Spiralfeder und Scharnier aufeinander gedrückt werden. Der obere Rahmen enthält in einem schwarzen Glase 10 quadratische Felder, welche durch 10 verschieden stark gefärbte, gelbe Gläser ausgefüllt sind. Auf dem unteren Metallrahmen ist ein Filzstreifen unterhalb der Skalenteile aufgeklebt. Nachdem die beiden Rahmen auseinander geklappt sind, wird ein entsprechend groſses Stück gewöhnlichen Chlorsilberpapieres auf den Filzstreifen auf- Kopieruhr Fernande.

gelegt und die Rahmen wieder geschlossen. Bei diesem Photometer braucht zur Beurteilung der einzelnen Skalengrade der Rahmen nicht geöffnet zu werden. Um das zu erreichen, ist durch einen an der Unterfläche der Skala aufgetragenen farbigen Streifen jeder Grad in zwei gleiche Teile geteilt, die eine verschieden starke Färbung zeigen. Es ist nun jedesmal der Skalengrad erreicht, bei dem die hellere Hälfte durch Bräunung des untergelegten Papieres den gleichen Ton angenommen hat, wie die dunklere Hälfte. Verfasser benutzt ein wesentlich einfacheres Photometer seit langen Jahren, ohne dabei jemals das Bedürfnis nach einem der feineren Instrumente empfunden zu haben. Es wird ein etwa 1 cm breiter Streifen gewöhnlichen Chlorsilberpapieres in ein Buch oder zwischen zwei durch Kopierklammern zusammengehaltene Kartonblätter gelegt und 1 cm weit hervorgezogen. Dann wird das Ganze dem Licht ausgesetzt, wobei sich das über den Rand hervorragende Papier allmählich bräunt. Ist ein kräftiger Mittelton erreicht, so wird wieder 1 cm weiter der Streifen hervorgezogen und gleichzeitig das zu kopierende Pigmentbild exponiert. Man belichtet nun so lange, bis die beiden Teile des Silberpapierstreifens so weit geschwärzt sind, dafs ein Farbenunterschied nicht mehr wahrgenommen werden kann. Alsdann wird wiederum 1 cm frisches Papier hervorgezogen und nochmals bis zur Gleichfärbung exponiert. Es sei darauf hingewiesen, dafs immer das letzte Feld als Vergleich benutzt werden mufs, weil bei den früheren allmählich der bekannte Bronzeschimmer auftritt. Für das Braunsche Pigmentpapier und ein normales Negativ genügt ungefähr ein zweimaliges Gleichkopieren des Silberpapieres, für schwächere Negative braucht man nur 1—1½mal, für stärkere 2½—3mal die gleiche Färbung zu erzielen. Das Schätzen der halben und kleineren »Grade« ist leicht und sicher auszuführen. Natürlich mufs auch hier jedesmal erst ein orientierender Versuch vorangehen.

Ersatz der Photometer.

Nachkopieren.

Ist das Bild fertig kopiert, so wird es am zweckmäfsigsten alsbald weiter behandelt, weil es selbst im Dunkeln noch **nachkopiert.** Zunächst mufs es, wie bereits auseinandergesetzt wurde, **übertragen** werden. Wenn es gleichgültig bleibt, dafs rechts und links vertauscht ist, wie z. B. bei Mikrophotogrammen u. dgl., so kann das Pigmentbild gleich auf seine definitive Unterlage, das sogenannte **einfache Übertragpapier,** gebracht werden. Soll es aber wieder seitenrichtig stehen, so kommt es zuvor auf eine provisorische Unterlage.

Ausführung d. einfachen Übertrags.

Das einfache Übertragpapier ist photographisches Rohpapier, überzogen mit einer Schicht von gegerbter Gelatine oder

koaguliertem Eiweiſs. Die Kopie und das Übertragpapier werden zusammen in einer Schale mit möglichst kaltem Wasser eingeweicht, alle Luftblasen auf das sorgfältigste entfernt, nach $1^1/_2$ bis 2 Minuten Schicht auf Schicht gelegt und vorsichtig unter Vermeidung von Luftblasen aus dem Wasser herausgenommen. Man läſst oberflächlich abtropfen und legt die zusammenhängenden Blätter mit dem Übertragpapier nach unten auf eine glatte, ebene Unterlage, eine Glas-, Zinn- oder Marmorplatte. (Für gröſsere Bilder sind die Marmorplatten unserer Nacht- und Waschtische vorzüglich zu gebrauchen.) Hierauf bedeckt man sie mit einem hinreichend groſsen Gummituch, Wachstaffet, zur Not auch Flieſspapier, und streicht schnell und gleichmäſsig mit möglichst geringem Drucke mit dem Handballen über die ganze Fläche. Vorteilhaft kann man sich zu diesem Andrücken auch der sogenannten Streifenquetscher (Fig. 122) bedienen. Die Rollenquetscher sind nicht geeignet, weil sie zu übermäſsigem Quetschen verleiten. Dann wird das übergelegte Schutzpapier entfernt, reines Flieſspapier aufgelegt, darüber eine hinreichend groſse Glasplatte und nun das Ganze mit Büchern oder anderen Gegenständen beschwert. So bleiben die beiden Papiere 5—10 Minuten lang liegen. Dadurch klebt die Oberfläche der Pigmentschicht an dem Übertragpapier fest, sodaſs es bei der nachfolgenden Entwicklung auf diesem haften bleibt.

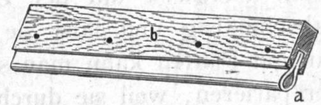


Fig. 122.

Zur provisorischen Unterlage für den doppelten Übertrag dient sogenanntes **Entwicklungspapier.** Dies ist ein ziemlich kräftiges, mit Wachs oder Harzlösung getränktes Papier, welches vor dem Gebrauche mit einer Lösung von — Ausführung d. doppelten Übertrags.

Terpentin	100 g
Bienenwachs	2 -
Colophonium	2 -

dünn und gleichmäſsig mittelst Flanelllappen eingerieben wird. Auf dies so vorpräparierte Papier wird das Pigmentbild in der eben geschilderten Weise aufgeklebt. Soll das doppelt zu übertragende Bild schlieſslich auf seiner definitiven Unterlage Hochglanz besitzen, so wählt man zur provisorischen Unterlage eine Glasplatte, die folgendermaſsen vorpräpariert ist: Die Glasplatte wird kurz vor dem Gebrauch, wie S. 206 beschrieben, mit einer dünnen Wachsschicht überzogen und dann mit 1 % Kollodium übergossen. Ist dies fest geworden, kommt die Platte, ehe sie getrocknet ist, so lange in Wasser, bis es nicht mehr in Streifen abläuft und wird dann in der geschilderten Weise mit dem Pigmentpapier vereinigt. — Hochglanz.

Übertrag auf Glas.

Sollen die Pigmentbilder auf Glas aufgetragen werden, um als Diapositive zu dienen, so ist die Glasunterlage gleichfalls einer geeigneten Vorpräparation zu unterziehen. Zu dem Ende weicht man in einem Becherglase 15 g Gelatine eine viertel bis halbe Stunde in 300 ccm destilliertem Wasser ein und löst sie vollständig durch Einstellen des Gefäſses in heiſses Wasser. Nach erfolgter Lösung fügt man tropfenweise unter stetigem Umrühren eine 4 % Chromalaunlösung hinzu, bis die Lösung anfängt dick zu werden. Im ganzen sind etwa 6 ccm erforderlich. Dann wird tropfenweise ebenfalls unter anhaltendem Umrühren Eisessig hinzugesetzt, bis die Lösung gerade eben wieder flüssig wird. Hierbei ist einige Vorsicht nötig, um unnötigen Überschuſs an Essigsäure zu vermeiden. Die so gewonnene Lösung wird warm durch feuchten Flanell gepreſst und während der ganzen Verarbeitung warm erhalten, weil sie beim Erkalten unlöslich wird. Man übergieſst mit der Gelatinelösung die Glasplatte dünn und gleichmäſsig und läſst sie in gewöhnlicher Weise trocknen. Derartiger Platten kann man sich gleich eine ganze Anzahl im Vorrat präparieren, weil sie durchaus haltbar sind. Dieser Gelatineunterguſs soll bewirken, daſs die Pigmentschicht sich späterhin nicht vom Glase loslöst. Einige Pigmentpapiere, z. B. das Diapositivpapier von Braun, haften auch ohne jegliche Vorpräparation am Glase. Das Aufkleben des Pigmentpapieres auf diese Glasplatte geschieht genau so wie beim einfachen Übertrag.

Entwicklung.

Haben nun die Pigmentbilder 5—10 Minuten unter Druck auf ihrer Unterlage gelegen, so schreitet man zur **Entwicklung.** Sie geschieht mit warmem Wasser. Man gieſst Wasser von etwa 30 Grad in eine gewöhnliche flache Porzellan-, Glas- oder Blechschale und legt das unter der Presse hervorgenommene Pigmentpapier samt seiner Unterlage so in die Schale, daſs das Pigmentpapier nach oben zu liegen kommt. Nach kurzer Zeit, wenn eine gleichmäſsige Befeuchtung eingetreten ist, gieſst man vorsichtig wärmeres Wasser zu unter fortwährendem Schaukeln der Schale. Allmählich, wenn man bis 40—45 Grad gekommen ist, quillt die farbstoffhaltige Gelatine rings um die Ränder hervor, und nach und nach hebt sich das Papier in Blasen in die Höhe. Wenn dieser Zeitpunkt eingetreten ist, faſst man das Papier vorsichtig an einer Ecke und hebt es auf. Dann zieht man vorsichtig, während man unter das aufgehobene Papier fortwährend das warme Wasser spült, die ganze Papierschicht nach und nach ab. Nun haftet nur noch die Pigmentschicht auf der Unterlage. Jetzt beginnt allmählich das Bild sichtbar zu werden, und durch vorsichtiges Aufspülen des

Wassers mit der Hand und kräftiges Schaukeln der Schale wird allmählich die löslich gebliebene Gelatine entfernt, bis das Bild in allen Einzelheiten deutlich und rein erschienen ist. Wird es zu hell, so ist unterexponiert, bleibt es zu dunkel, so war die Exposition zu lang. Derartig überexponierte Bilder lassen sich innerhalb gewisser Grenzen durch weitere vorsichtige Steigerung der Temperatur des Wassers noch brauchbar entwickeln. Sobald das Bild fertig entwickelt ist, wird es unmittelbar in kaltem Wasser abgespült. Die Gelatineschicht ist noch immer ungemein weich und empfindlich und man vermeide daher alles Anfassen mit den Fingern und namentlich auch ein etwaiges Abwaschen mit einem Pinsel oder dergleichen. Auch beim Entwickeln ist die Anwendung eines Pinsels nicht ratsam, sondern man strebe immer danach, das allmähliche Lösen der Gelatine nur durch Bewegung des Wassers zu bewirken.

Härtung.

Nach dem Abspülen kommt das Bild auf 10 Minuten in eine 4 % kalte Alaunlösung, wird dann noch etwa 5 Minuten gewaschen und hierauf bei Zimmertemperatur getrocknet. Diese Entwicklungstechnik ist ganz die gleiche bei allen angeführten Unterlagen.

Beendigung d. doppelten Übertrags.

Soll nun das Bild, welches auf der provisorischen Unterlage, dem Entwicklungspapier, oder der kollodionierten Glasplatte sich befindet, auf seine endgültige Unterlage gebracht werden, so wird sogenanntes doppeltes Übertragpapier so lange in Wasser von 30 ° C. eingeweicht, bis sich die Schicht glitschig anfühlt, ca. 2 Minuten, dann in kaltes Wasser gebracht, mit dem in derselben Schale eingeweichten, fertig entwickelten Pigmentbild zusammengebracht, unter Vermeidung von Luftblasen aus dem Wasser herausgehoben und in der oben beschriebenen Weise angedrückt und nunmehr zum Trocknen aufgestellt. Die auf Kollodiumschichten entwickelten Bilder müssen ringsherum mit einem scharfen Messer eingeschnitten werden, ehe die Ablösung erfolgt. Nach dem Trocknen lüftet man mit einem flachen Messer die Ränder der beiden aufeinander gequetschten Flächen und zieht das Übertragpapier von der provisorischen Unterlage ab. Nunmehr haftet das Bild fest an ersterem. Dabei ist es gleichgültig, ob der Pigmentdruck vor dem Übertrag trocken gewesen ist, oder ob das Übertragen alsbald nach Fertigstellen des Bildes erfolgt. In letzterem Falle vermeide man jeden starken Druck, um nicht durch Breitquetschen des weichen Gelatinereliefs Unschärfen zu erzeugen.

Beim Lesen erscheinen alle diese Handgriffe sehr umständlich, schwierig und zeitraubend, und dennoch sind sie es nicht. Wer die

Sache einmal versucht, oder noch besser einmal hat richtig ausführen sehen, wird sie ohne Schwierigkeiten bewältigen können.

Beschneiden und Aufkleben der Bilder.

Es bleibt nun noch übrig, die Bilder zu **beschneiden** und **aufzukleben.** Beim Albumin- und Celloïdinpapier geschieht das *Beschneiden* meistens *unmittelbar* nach vollendetem Waschen in *nassem* Zustande. Die Bilder werden auf reine Glasplatten mit der Schichtseite nach unten gelegt und dann mittelst Glaslineal und Messer beschnitten. Statt der Lineale verwendet man sehr zweckmäſsig *Glasdreiecke*, weil diese das rechtwinklige Beschneiden der Bilder ungemein erleichtern. Sind die Bilder beschnitten, so werden sie *feucht* auf den Karton *aufgeklebt.* Alle Bilder, die Gelatine in der Schicht enthalten, lassen sich, falls diese nicht mit Chromalaun gegerbt wurde, nicht auf diese Weise behandeln, sondern sind erst *nach völligem Trocknen* zu beschneiden und aufzukleben. Wenn die Messer nicht scharf sind, so ereignet es sich sehr häufig, daſs das Papier beim Schneiden einreiſst. Dies wird ziemlich sicher vermieden, wenn man zum Schneiden ein drehbares Messer, einen sogenannten *Trimmer* (Fig. 123) benutzt. Trockne Papiere von gewöhnlicher Dicke können auch mit den neuerdings eingeführten Beschneidefedern bearbeitet werden.

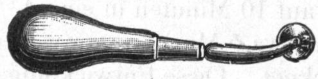


Fig. 123.

Kleister.

Zum Aufkleben der Bilder auf den Karton dient am besten gewöhnlicher **Stärkekleister.** Man stellt ihn folgendermaſsen her: Eine kleine Hand voll gewöhnliche *Reisstärke* wird in möglichst wenig Wasser zu einem dünnen, gleichmäſsigen Brei ohne jeden Klumpen zerrührt. Dann gieſst man allmählich unter tüchtigem Umrühren *kochendes* Wasser hinzu, bis die Stärke hell und durchscheinend wird. Das Zugieſsen des kochenden Wassers muſs vorsichtig geschehen, um eine unnötige Verdünnung des Kleisters zu vermeiden. Während des Erkaltens wird häufig umgerührt, um die Bildung von Klumpen zu verhindern. Der Kleister soll *nur ganz frisch* verwendet werden, weil er bald sauer wird und dann die Haltbarkeit der Bilder beeinträchtigt. Für hochglänzende Bilder empfiehlt sich ein Klebemittel, welches die Gelatineschicht nicht wieder aufweicht. Nach *Schmidt* stellt man es folgendermaſsen her: Man weicht besten *säurefreien Leim* 24 Stunden lang in etwa $^1/_2$ Liter Wasser ein, gieſst dann das überschüssige Wasser ab in ein Meſsglas, bringt die gequollenen Leimstücke in einen Gazebeutel und läſst in ein Meſsglas abtropfen, um festzustellen, wieviel Wasser der Leim aufgesogen hat. Dann löst man den Leim im Wasserbade und fügt auf je 30 ccm des von

ihm aufgesogenen Wassers 1 ccm Amylalkohol hinzu. Die Mischung hält sich lange.

Der Kleister wird mit einem kräftigen Borstenpinsel gleichmäſsig und dünn auf die Rückseite des Bildes aufgestrichen und namentlich auch darauf geachtet, daſs die Ränder gut benetzt sind und dann auf den Karton gelegt. Damit sich die Kartons nicht zu sehr werfen, bestreicht man sie vor dem Aufkleben auf beiden Seiten mit einem nassen Schwamme und läſst sie unter Druck etwa $^1/_2$ Stunde durchfeuchten. Die aufgelegten Bilder werden von der Mitte her nach den Rändern zu mit einem reinen, weichen Leinentuche, oder noch besser mit dem Rücken der Finger der rechten Hand glatt angestrichen. Dabei hüte man sich, von dem Klebstoff auf die Vorderseite zu bringen, weil dadurch häſsliche Flecke entstehen.

Wahl der Kartons.

Von einiger Wichtigkeit ist die richtige Wahl der **Kartons.** Es kann im allgemeinen vorausgesetzt werden, daſs die von den photographischen Handlungen gelieferten Kartons keine schädlichen Substanzen enthalten. Man vermeide nach Möglichkeit alle Kartons mit vorgedruckter Umrahmung, die, abgesehen von ihrer Geschmacklosigkeit, nicht selten mit schwefelhaltigen Bronzen hergestellt ist und so die Ursache eines raschen Fleckigwerdens und Vergilbens der Bilder wird. Will man ein Bild besonders hervorheben, so empfiehlt sich das Überkleben eines einfachen, steingrauen Passe-partout mit schrägem, weiſsem Schnitt. Für Stereoskopbilder ist glatter, schwarzer Karton zu wählen.

Die Photographen pflegen die aufgeklebten Bilder, um ihnen einen hohen Glanz zu verleihen, zu **satinieren.** Am besten eignen sich hierzu die Heiſssatiniermaschinen mit doppelter Walze, so »Fernande« und ähnliche Konstruktionen. Bevor man die Bilder heiſs satiniert, können sie event. retouchiert werden.

Positivretouche.

Die **Retouche der Positivbilder** beschränkt sich für die Zwecke der in vorliegendem Buche behandelten Bilder nur auf das Ausflecken. Bei runden Flecken vermeide man aber ja das Auftragen der Farbe durch Rundherummalen, weil man dadurch stets die Farben nur an den Rand treibt. Man setze vielmehr Strich neben Strich, oder Punkt neben Punkt, und suche auf diese Art durch Kreuzen der einzelnen Lagen eine gleichmäſsige Schicht herzustellen. Zum Retouchieren dienen für glänzende Photographieen die in verschiedenen Tönen käuflichen Retouchierfarben, während für Bromsilber und Platinbilder chinesische Tusche verwendet wird. Für die Bromsilberbilder ist die chinesische Tusche

in der Regel zu braun, und es ist daher nötig, ihr eine Spur Berliner Blau oder dergleichen beizumischen. Diese Beimischungen sind aber stets nur sehr minimale. Namentlich bei Bromsilberpapier mufs der Farbton immer etwas heller gehalten werden, als der Umgebung entspricht, und durch mehrmaliges Übergehen nach jedesmaligem Trocknen die gewünschte Intensität erreicht werden. Besonders leicht und bequem lassen sich alle rauhen Papiere, hauptsächlich die Pyramidenkornpapiere, verarbeiten. Bromsilber und Platinbilder können statt mit Tusche auch noch mit Kreide behandelt werden. Diese Art der Behandlung kommt namentlich für Vergröfserungen in Betracht. Jedoch läfst sie sich auch hier auf ein Minimum beschränken, wenn man gute Negative, gutes Material verwendet und aufmerksam und sauber arbeitet.

Kolorieren der Positive.

Für Demonstrationszwecke ist es mitunter erwünscht, den Photographieen einen leichten Farbenton zu geben. Das geschieht am besten bei Gelatine- und Kollodiumbildern durch dieselben stark verdünnten Anilinfarben, welche zum Bemalen der Diapositive in Gebrauch sind.

Wandtafeln.

Wenn es gilt, für den Unterricht **Wandtafeln** auf photographischem Wege herzustellen, so wird man nach Negativen auf Bromsilberpapier, oder besser auf Hesekiels Photoleinen Vergröfserungen herstellen und diese event. mit Öl- oder Pastellfarben kolorieren. Das Nähere hierüber hat Verfasser in einem Artikel in der photographischen Korrespondenz, März und April 1897, geschildert. Durch die Übermalung können dem ungeübten Beschauer die einzelnen Elemente des dargestellten Objekts anschaulicher und sozusagen auf den ersten Blick verständlich gemacht werden. Man verwende zu diesem Zwecke, wenn irgend möglich, nur Lasurfarben. Verf. zieht der einfacheren Behandlung wegen die Ölfarben den Aquarellfarben vor. Sie weichen die Gelatine nicht auf, färben sie auch nicht direkt, und »vermalt« man sich gelegentlich einmal, so wischt man mit einem Terpentinlappen die verunglückten Partieen wieder ab und beginnt von neuem. Wer in der Behandlung grofser Flächen mit Wasserfarben geübt ist, kann diese verwenden, entweder direkt oder nach vorherigem Bestreichen des Malgrundes mit Aquolin. Deckfarben nimmt man nur da, wo verwirrende Einzelheiten oder fehlerhafte Stellen beseitigt werden sollen. Somit hat jeder die Möglichkeit, dem Schematismus seinen Tribut zu zollen. Jedoch sei es die Regel, lieber durch sorgfältige Wahl des zu photographierenden Originalpräparates, als durch malerische Kunststücke ein gutes Bild zu schaffen. Verf. verwendet, wie gesagt, am

liebsten Ölfarben, die stark mit Terpentin verdünnt sind, dem auf je 3 Teile 1 Teil gebleichtes Leinöl hinzugefügt wird, sodafs überall die Originalvergröfserung durchscheint und damit die Objektivität der Photographie gewahrt bleibt. Das Malen kann unmittelbar auf die Gelatine erfolgen. Da aber ein Einziehen des reichlich verwendeten Terpentins nicht ausgeschlossen erscheint, so überstreiche man das ganze Bild vorher mit dem bekannten französischen Vernis à tableaux Nr. 3, Soehnée frères, um gleichzeitig die Gelatine vor der Feuchtigkeit der Luft zu schützen. Auf diese Weise gelingt es, ohne grofse Übung und ohne besondere Maltalente naturgetreue und leichtverständliche Wandtafeln herzustellen, nicht allein von mikroskopischen Objekten, sondern auch aus allen anderen Gebieten des Unterrichts. Wer noch nie mit Ölfarben gearbeitet hat, thut gut, sich die Handhabung erst zeigen zu lassen, um einigermafsen mit dem Material vertraut zu sein. Irgend eine gelehrte Maltechnik, Pinselführung und dergl. gehört zu den unnützen Dingen. Das ganze Kunststück besteht darin, eine möglichst gleichmäfsige Farbschicht zu erzielen.

Nicht nur der Unterricht auf der Universität, sondern auch auf der Schule könnte von dieser Art, Wandtafeln herzustellen, vorteilhaft Gebrauch machen. Mancher der Lehrer ist ein tüchtiger Photograph und gar manche der Lehrerinnen eine tüchtige Malerin. Wenn sie ihre Talente in den Dienst ihrer Schule stellen würden, so könnten sie die zum Teil sehr primitiven und langweiligen Tafeln im Anschauungsunterricht durch lebenswahre und interessante Bilder ersetzen. Dadurch gewinnt der Unterricht für Lehrer und Schüler neue Anregung. Es ist auch nicht ausgeschlossen, dafs liberale Schulvorstände ihren Lehrern auf diese Weise Gelegenheit geben, ihr häufig, vornehmlich bei den weiblichen Lehrkräften, recht kärgliches Einkommen durch einen geringen Nebenverdienst aufzubessern im Dienste der Schule selber. Hoffentlich ist die Zeit nicht mehr ferne, wo der grofse Vorteil der Photographie an mafsgebender Stelle noch mehr als bisher gewürdigt wird und ein geeignetes Instrumentarium von Schul wegen den Lehrern zur Verfügung gestellt wird.

Statt der Ölfarben können, wie gesagt, auch vorteilhaft die **Pastellfarben** verwendet werden, jedoch erfordert ihre Handhabung bereits ein höheres, künstlerisches Verständnis, wenn der Photographie der eigenartige Reiz der Pastellbilder erhalten bleiben soll. Aufserdem ist das fertige Bild mittelst einer der käuflichen Harzlösungen (Fixative) einzusprengen und so zu fixieren. Dafs die Platinbilder als Grundlage für die koloristische Zeichnung mit grofsem Pastellfarben.

Vorteil dienen können, wurde bereits oben erwähnt. Im groſsen und ganzen sind bei einiger Übung und Erfahrung in der Maltechnik die in Frage kommenden Methoden nicht schwierig, wenn es sich nur um den belebenden Effekt handelt; bei wissenschaftlichen Sachen hingegen muſs man sehr vorsichtig und sehr subtil zu Werke gehen, wenn man nicht grobe Verfälschungen an der Natur vornehmen will. Das gilt von der Positivretouche so gut, wie von der Negativretouche.

KAPITEL VI.

DIE VERGRÖSSERUNG UND MIKRO-PHOTOGRAPHIE.

Befindet sich ein Gegenstand innerhalb der einfachen und doppelten Brennweite einer Linse, so entwirft sie von ihm ein reelles, vergröſsertes, umgekehrtes Bild im Raume zwischen der Entfernung der doppelten Brennweite und der Unendlichkeit. Diese Linsenregel bildet die Grundlage für die Herstellung von Vergröſserungen und Mikrophotogrammen. Beide Zweige der Photographie sind nahe miteinander verwandt. Sie unterscheiden sich, abgesehen von der Eigenart der zur Verwendung kommenden Objektive, nur durch die kompliziertere, durch die immer steigende Vergröſserung bedingte Anordnung der Beleuchtung. Das Princip der Beleuchtung ist jedoch ganz das gleiche bei der gewöhnlichen Vergröſserung, die jeder Photograph herzustellen imstande ist, wie bei der Mikrophotographie, und da beim gewöhnlichen Vergröſsern diese Verhältnisse am einfachsten und übersichtlichsten liegen, so giebt ihre Besprechung die beste Grundlage ab für das Verständnis der Mikrophotographie. Grund-gesetz.

Eins der wichtigsten Grunderfordernisse bei der Anfertigung von Vergröſserungen ist die richtige **Beleuchtung** des zu vergröſsernden Objektes. Die dazu bestimmte Lichtquelle soll ihre Strahlen so auf dasselbe senden, daſs es gleichmäſsig beleuchtet wird und daſs auſser diesen zur Beleuchtung dienenden Strahlen kein Nebenlicht das Vergröſserungssystem trifft. Eine besondere Lichtquelle wird Prinzip der Beleuchtung.

nur in den Fällen überflüssig, wenn es sich um vergrösserte Aufnahmen von selbst leuchtenden Körpern, von Lichtquellen im eigentlichen Sinne, handelt. Diese Fälle sind aber sehr selten und nur wenige Photographen dürften ihr im Ernstfalle gegenüberstehen. Nur bei den Astronomen, und auch hier nur bei der Aufnahme der Sonne, des Mondes und der hellsten Planeten, kommt diese Möglichkeit in Betracht. Alle übrigen Gegenstände erfordern künstliche Beleuchtung. Redet man von Vergröfserung schlechthin, so handelt es sich dabei meist um Wiedergabe von mehr oder weniger durchsichtigen Gegenständen, in der Regel von Negativen oder Diapositiven, in durchfallendem Lichte. Für den, welcher die Photographie zu bestimmten wissenschaftlichen Zwecken ausübt, kommt es nicht selten vor, auch undurchsichtige Gegenstände, die also mit auffallendem Lichte beleuchtet werden müssen, vergröfsert wiederzugeben. Hierüber findet sich alles Nähere in Kapitel III. Im vorliegenden Kapitel handelt es sich lediglich um Vergröfserung durchleuchteter Objekte. Wie hierbei die Anordnung getroffen werden muſs, wird am besten durch folgende Betrachtung bestimmt:

Angenommen, es gilt irgend ein Bild in gewöhnlicher Weise zu reproduzieren, so wird die Kamera in angemessener Entfernung aufgestellt und auf der Mattscheibe die scharfe Einstellung besorgt. Nun denke man sich an die Stelle des Bildes auf der Mattscheibe das erhaltene Negativ bei unverrückt gebliebener Kamera eingesetzt und das Negativ selbstleuchtend, so wird bei Verwendung des gleichen Objektivs jeder Bildpunkt, welchen die Linse vom Negativ entwirft, mit dem ihm entsprechenden Punkte des gröfseren Originals wieder zusammenfallen. Der Gang der Lichtstrahlen ist also bei der Vergröfserung genau umgekehrt, wie bei der gewöhnlichen Aufnahme.

Stellung des Objektivs. Diese Betrachtung ist von Wichtigkeit auch für die Art und Weise, wie das Objektiv gestellt wird. Bei symmetrischen Objektiven ist es einerlei, ob die vordere oder hintere Linse dem zu vergröfsernden Objekte zugekehrt wird, bei asymmetrischen Objektiven muſs die hintere, sonst der Mattscheibe zugewandte Linse dem Negativ zugekehrt sein.

In Figur 124 ist der Gang der Lichtstrahlen schematisch dargestellt. Angenommen, es handelt sich um die gewöhnliche Aufnahme eines Gegenstandes bei $B\,B_1$ durch das Objektiv O, so sind die Strahlen $B\,O$ und B_1O die äufsersten Strahlen, welche noch in das Objektiv gelangen und zur Bilderzeugung bei $N\,N_1$ dienen können. Handelt es sich umgekehrt um vergröfserte Wiedergabe

des Objektes $N N_1$, so müssen die Lichtstrahlen, welche das ursprüngliche Objekt $B B_1$ naturgetreu wiedergeben sollen, offenbar in der Richtung von NO und N_1O nach dem Mittelpunkte des Objektivs konvergieren. Daraus folgt, daſs zur Vergröſserung immer **konvergente Strahlen** erforderlich sind, wenn eine gröſsere Fläche wiedergegeben werden soll, als dem Durchmesser des Objektives entspricht.

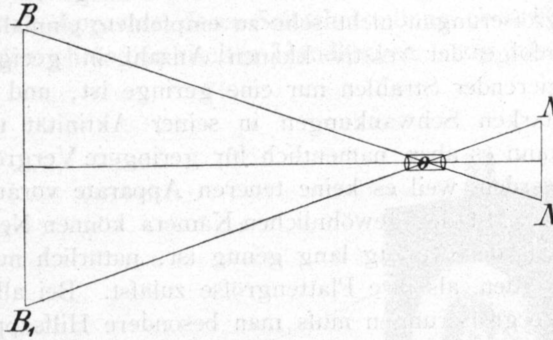


Fig. 124.

Der Winkel, den die beiden Grenzstrahlen BO und B_1O einschlieſsen, ist der zur Verwendung gelangende Bildwinkel des Objektivs. Man kann daher das Verhältnis des beleuchtenden Lichtkegels bei der Vergröſserung auch so ausdrücken, daſs der Öffnungswinkel des Beleuchtungskegels gleich sein muſs dem Bildwinkel des Objektivs, welches zur Aufnahme diente.

Bleiben wir zunächst bei dem eben angenommenen idealsten Falle, daſs alle beleuchtenden Strahlen nach dem Mittelpunkte des Vergröſserungssystems konvergieren, so muſs offenbar die Lichtquelle so beschaffen sein, daſs ein jeder von dem Objektivmittelpunkte nach dem Negativ gezogene Strahl nach seiner Verlängerung auch die Lichtquelle treffen kann. Sie muſs also mindestens den Durchmesser des Negativs haben, ja sie muſs noch gröſser sein, da es nicht wohl angängig ist, die Platte in der Lichtquelle selber anzubringen. Die einzige Lichtquelle, die vermöge ihrer Ausdehnung eine direkte Anwendung gestattet, ist der helle Himmel. Alle übrigen müssen durch besondere Vorrichtungen künstlich vergröſsert werden, insbesondere unsere durch Gas, Petroleum und Elektricität gespeisten Flammen. Gröſse der Lichtquelle.

Würde man nun ein Negativ ohne besondere Vorkehrungen gegen den Himmel richten und so vergröſsert aufnehmen, so würden eine Unmenge Strahlen ringsherum um das Negativ auf das Objektiv auffallen, ohne aber der Bilderzeugung dienen zu können. Alle diese seitlichen Strahlen würden zu einer unregelmäſsigen Beleuchtung der Platte, d. h. zur Schleierbildung, führen. Wer also Vergröſserung mit Tageslicht.

mit zerstreutem Tageslichte arbeiten will, ist genötigt, den Raum zwischen Objekt und Objektiv ebenso lichtdicht abzuschliefsen, wie zwischen Objektiv und empfindlicher Schicht. Etwas Ähnliches wurde bereits besprochen bei der Herstellung von Diapositiven mittelst der Kamera.

Nachteile. Im allgemeinen ist die Verwendung von Tageslicht zu Vergröfserungen nicht sehr zu empfehlen, einmal, weil seine Intensität infolge der relativ kleinen Anzahl in geeigneter Weise konvergierender Strahlen nur eine geringe ist, und sodann, weil es sehr starken Schwankungen in seiner Aktinität unterliegt. Immerhin kann es aber, namentlich für geringere Vergröfserungen, verwendet werden, weil es keine teueren Apparate voraussetzt.

Mit der gewöhnlichen Kamera können Negative, vorausgesetzt, dafs der Auszug lang genug ist, natürlich nur so weit vergröfsert werden, als ihre Plattengröfse zuläfst. Bei allen übrigen stärkeren Vergröfserungen mufs man besondere Hilfsapparate verwenden.

Anordnung des Apparates. Wer über ein Zimmer, welches sich völlig verdunkeln läfst, verfügt, kann dies als Kamera benutzen und folgende Einrichtung treffen: Das Negativ wird in einem entsprechend grofsen Ausschnitt vor das im übrigen vollständig lichtsicher geschlossene Fenster gebracht. Befinden sich dann gegenüber keine Gegenstände, welche den freien Himmel verdecken, so ist den Bedingungen einer gleichmäfsigen Beleuchtung schon genügt. In Städten aber und in tieferen Stockwerken unserer Häuser ist das selten der Fall. Alsdann bringt man aufserhalb des Fensters einen unter ca. 45 Grad geneigten **Spiegel** an, der erheblich gröfser sein mufs, als das zu beleuchtende Negativ. Dieser Spiegel reflektiert das senkrecht von oben kommende Licht durch das Negativ hindurch auf das im Zimmer aufgestellte Objektiv. Die lichtdichte Verbindung zwischen Negativ und Objektiv geschieht am einfachsten durch die gewöhnliche Kamera, deren Rückwand nach Entfernung der Mattscheibe dem Negativ zugekehrt wird. Die scharfe Einstellung auf der Projektionsfläche durch Verschiebung des Objektivs ist ohne Schwierigkeit aber nur möglich, wenn auch das Stirnbrett der Kamera, welches das Objektiv trägt, verstellbar ist. Bei den übrigen Kameras mit festem Stirnbrett wird in der Regel der Abstand zwischen Objektiv und dem vor dem Fensterausschnitt angebrachten Negativ zu grofs sein, weil der feste Laufboden eine genügende Annäherung unmöglich macht. In diesen Fällen macht man sich einen Rahmen aus Holz oder Pappe mit entsprechendem Ausschnitte für das Negativ und setzt ihn an Stelle der Mattscheibe in deren Rahmen ein. Ist dann das Negativ eingesetzt, so mufs der noch übrig bleibende

Raum zwischen ihm und dem Fenster durch ein undurchsichtiges Tuch lichtsicher abgeschlossen werden. Die scharfe Einstellung geschieht dann nicht durch Verschieben des Objektivs oder der ganzen Kamera, sondern durch Verschieben der Mattscheibe. Bei dieser Anordnung des Vergrößerungsapparates geht man auch sicher, die richtige Linse des Objektivs dem Objekt zuzukehren.

Natürlich sind auch Apparate, deren Selbstherstellung eben besprochen wurde, in den photographischen Handlungen fertig käuf-

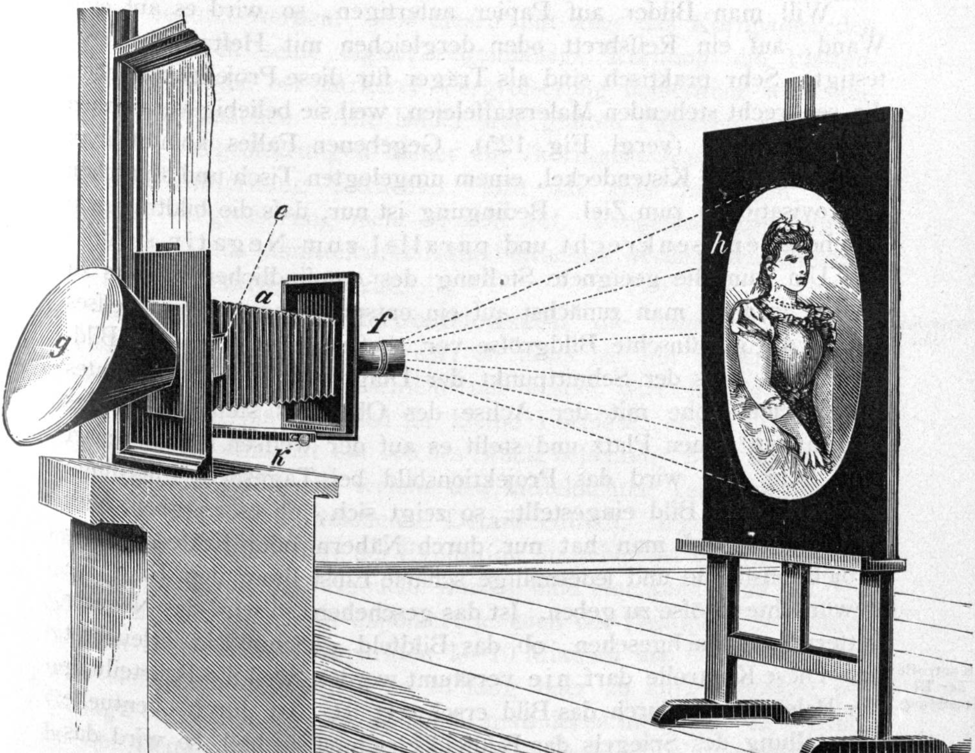


Fig. 125.

lich, wie z. B. der in Figur 125 abgebildete Vergrößerungsapparat für Tageslicht. Das Negativ wird hierbei in den Rahmen *e* eingesetzt und der ganze Apparat in einem passenden Ausschnitt am Fenster angebracht. Der trichterförmige Reflektor *g* ist unzweckmäßig und durch den erwähnten Spiegel zu ersetzen, weil hohle Reflektoren leicht Brennlinien auf dem Negativ erzeugen. Die scharfe Einstellung geschieht durch Verschieben des Objektivs *f* mittelst des Triebes *k*.

Aufstellung der empfindlichen Schicht.

Die Vergröſserungen verfertigt man entweder auf Platten, oder auf Bromsilberpapier an. Wie weit diese Bildschichten vom Objektiv abstehen müssen, ist natürlich abhängig von der gewünschten Vergröſserung, und die Vergröſserung wiederum wird bedingt durch den Abstand der zu vergröſsernden Platten vom Objektiv. Es giebt Tabellen, welche alle diese Daten enthalten, aber sie sind entbehrlich, weil sich die nötigen Abstände leicht durch Versuche feststellen lassen.

Will man Bilder auf Papier anfertigen, so wird es auf eine Wand, auf ein Reiſsbrett oder dergleichen mit Heftzwecken befestigt. Sehr praktisch sind als Träger für diese Projektionsflächen die senkrecht stehenden Malerstaffeleien, weil sie beliebig verschoben werden können (vergl. Fig. 125). Gegebenen Falles kommt man auch mit einem Kistendeckel, einem umgelegten Tisch und ähnlichen Improvisationen zum Ziel. Bedingung ist nur, daſs die bildtragende Fläche eben, senkrecht und parallel zum Negativ steht.

Um nun die geeignete Stellung des empfindlichen Papiers zu finden, zeichnet man zunächst auf ein entsprechend groſses, weiſses Papier die gewünschte Bildgröſse vor, befestigt es auf dem Bildträger so, daſs der Schnittpunkt der Diagonalen des Bildformates in gleicher Höhe mit der Achse des Objektivs steht, setzt das Negativ an seinen Platz und stellt es auf der weiſsen Fläche scharf ein. Sehr hell wird das Projektionsbild bei Tageslicht allerdings nicht. Ist das Bild eingestellt, so zeigt sich, ob es zu groſs oder zu klein ist und man hat nur durch Nähern oder Entfernen der Projektionsfläche und jedesmalige scharfe Einstellung dem Bilde die gewünschte Gröſse zu geben. Ist das geschehen, so wird das Negativ entfernt und nachgesehen, ob das Bildfeld gleichmäſsig erleuchtet ist. Diese Kontrolle darf nie versäumt werden, weil die Beurteilung der Beleuchtung durch das Bild erschwert ist. Ist durch eventuelle Verstellung des Spiegels das Bildfeld gleichmäſsig hell, so wird das Negativ wieder eingesetzt, nochmals die Einstellung kontrolliert und dann der Deckel auf das Objektiv aufgesetzt. Ehe man nun das empfindliche Papier auf die Projektionsfläche heftet, überzeugt man sich noch einmal nach längerem Verweilen im vollständig dunklen Raume, ob Nebenlicht in den Raum dringt, und beseitigt nötigenfalls durch Tücher u. s. w. jeden falschen Lichtstrahl. Wurde die Verdunkelung des Zimmers gut ausgeführt, so kann eigentlich nur Licht eintreten zwischen der Fensteröffnung und der vorgestellten Kamera. Ist auch in dieser Beziehung alles in Ordnung, so bringt man bei rotem oder gutem gelben Lichte das Bromsilberpapier auf die vorgezeichnete Fläche und heftet es durch Reiſsnägel an. Wenn

Kontrolle der Beleuchtung.

die Ränder nicht ganz scharf anliegen, so schadet das nicht sonderlich viel.

Vergröſserungspapiere.

Als **Vergröſserungspapiere** kommen der erforderlichen Empfindlichkeit wegen nur die **Bromsilberpapiere** in Betracht. Für die Vergröſserung in der Praxis des Amateurphotographen eignet sich nach der Überzeugung des Verfassers am besten das **Kornbromsilberpapier** (Dr. Hesekiel & Co.). An seiner Stelle können auch alle die bereits Seite 215 besprochenen glatten Bromsilberpapiere benutzt werden. Vor diesen hat aber das Kornpapier den Vorzug, durch seine eigne, regelmäſsige Körnung die Plattenstruktur, welche bei stärkerer Vergröſserung bemerkbar wird, unsichtbar zu machen. Alle Bilder auf glatten Papieren zeigen bei stärkeren Vergröſserungen immer ein »körniges« Aussehen. In der richtigen Entfernung betrachtet, fällt das aber bei nicht übertriebener Vergröſserung nicht zu sehr auf. Vergröſserungen dürfen ebensowenig aus unmittelbarer Nähe betrachtet werden, wie Ölbilder und andere derartige Werke.

Expositionszeit.

Da die **richtige Expositionszeit** die unerläſsliche Vorbedingung für ein gutes Bild ist, so muſs sie mit Sicherheit festgestellt werden. Das geschieht am besten durch Versuche. Eins der Papierblätter wird in kleine Formate, etwa 9 : 12, zerschnitten und zunächst ein solches Stück belichtet. Man wählt eine Stelle in dem Bilde aus, welche den mitteldichten Teilen des Negativs entspricht und hinreichende Details enthält. Irgend einen Anhaltspunkt für die Länge der Exposition zu geben ist im allgemeinen nicht möglich. Einige Versuche werden bald eine annähernd richtige Schätzung lehren. Man exponiert je nach der Helligkeit des Bildes bei den besprochenen Apparaten 1—10 Minuten und entwickelt. Es wird sich dann zeigen, ob es zu lang oder zu kurz exponiert ist. Genügt ein Versuch nicht, so macht man deren mehrere. Es kommt bei der Benutzung des Tageslichts bei schlechtem Wetter vor, daſs man 20—30 Minuten und länger exponieren muſs. Hat man die richtige Expositionszeit ermittelt, so wird alsbald das ganze Blatt Papier auf die vorgezeichnete Fläche aufgeheftet und die Exposition vorgenommen. Arbeitet man bei nicht einigermaſsen gleichmäſsigem Himmel, sondern bei wechselnden, launischen Bewölkungen, so kann es vorkommen, daſs selbst bei schneller Aufeinanderfolge der Aufnahmen erhebliche Expositionsfehler vorkommen. Die weitere Behandlung des Papieres ist ganz die gleiche, wie sie oben in Kapitel V beschrieben wurde.

Vergröſserung auf Platten.

Soll auf **Platten** vergröſsert werden, um von ihnen eine beliebige Anzahl von Papierbildern herstellen zu können, so ist zu-

nächst von dem Originalnegativ ein **Diapositiv** herzustellen. Ferner erfordert die Benutzung von Platten in der Regel die Anwendung einer einfachen Kassette zu ihrer Aufnahme, die jeder Tischler oder selbst Buchbinder leicht herstellen kann. Die Einstellung geschieht genau wie beim Papier besprochen. Man überklebt eine gewöhnliche Glasplatte in der gewünschten Gröſse mit weiſsem Papier, stellt das Bild darauf ein und ersetzt dann diese provisorische Fläche durch die empfindliche Platte. Auch hier empfiehlt es sich, wiederum die Exposition durch einige Vorversuche mit kleineren Platten zu ermitteln. Um einigermaſsen sicher zu gehen, müssen möglichst Platten derselben Herkunft, womöglich derselben

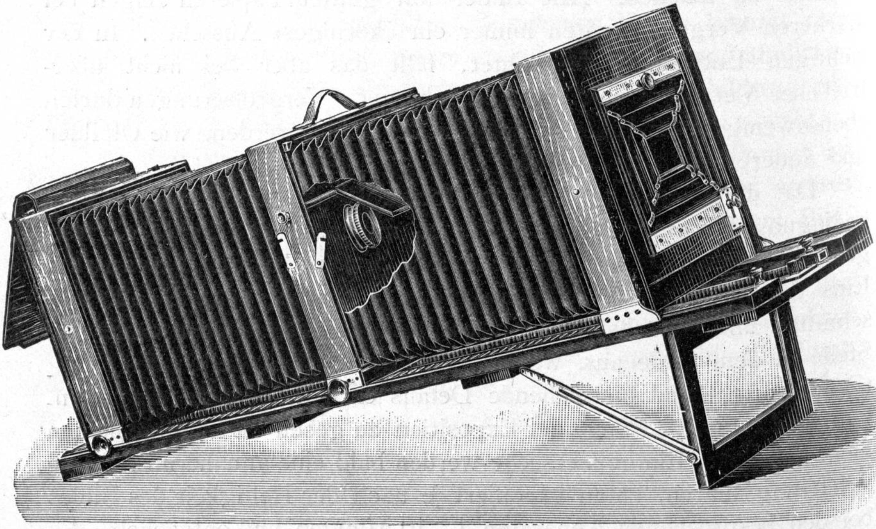


Fig. 126.

Emulsionsnummer, verwendet werden. Die Differenzen in der Empfindlichkeit der Platten gleicher Herkunft sind nicht so erheblich, daſs sie nicht durch verständige Entwicklung auszugleichen sind.

Kamera für Vergröſserung.

Statt der besprochenen Vergröſserungseinrichtung sind auch besondere **Vergröſserungs-** oder **Reproduktionskameras** gebaut worden, welche ein besonderes Dunkelzimmer für die Aufnahme überflüssig machen. Sie bestehen im Princip aus zwei Kameras mit gemeinsamem Stirnbrett. Diese gemeinsame Scheidewand dient zur Aufnahme des Objektivs. Eine solche, sehr zweckmäſsige Kamera ist in Figur 126 abgebildet. Vorn sind eine Anzahl Einlegerahmen für verschiedene Plattenformate angebracht, in der Mitte befindet sich die gemeinsame Scheidewand mit dem Objektiv, welches von auſsen durch einen Hebel geöffnet und geschlossen werden

kann, und am hinteren Ende ist der Rahmen für die Visierscheibe und Kassette angebracht. Alle drei Rahmen sind durch einen quadratischen Balken lichtdicht verbunden und auf dem gemeinsamen Laufbrett jeder für sich verstellbar. Die ganze Vorrichtung läſst sich sowohl auf einen Tisch stellen, als auch, wie in der Figur angedeutet ist, schräg gegen den hellen Himmel richten. Auf diese Weise spart man event. einen reflektierenden Spiegel. Derartige Kameras lassen sich ebenso bequem zur Herstellung von kleineren Diapositiven nach gröſseren Platten benutzen wie nach Entfernung des Vorderteils auch als gröſsere Atelierkamera. Selbstverständlich läſst sich nach dem gegebenen Beispiel eine solche Reproduktionskamera auch mit einfachen Hilfsmitteln improvisieren. Als erste Kamera wählt man am besten seinen gewöhnlichen Aufnahmeapparat, dessen Visierscheibe durch das zu vergröſsernde Negativ ersetzt wird, und als Vergröſserungsansatz bedient man sich leichter Holz- oder Pappkisten, die aus zwei oder drei Teilen bestehen und ineinander verschiebbar sind. Natürlich kann mit einer solchen Kamera ein Negativ nur so weit vergröſsert werden, als es die Gröſse der hinteren Visierscheibe gestattet.

Verwendung künstlicher Lichtquellen.

Viel besser ist es, Vergröſserungen nicht mit Tageslicht, sondern mit künstlichen Lichtquellen herzustellen. Die künstlichen Lichtquellen geben im groſsen und ganzen immer eine konstante Helligkeit. Infolgedessen kann man leichter beurteilen lernen, wie lange belichtet werden muſs.

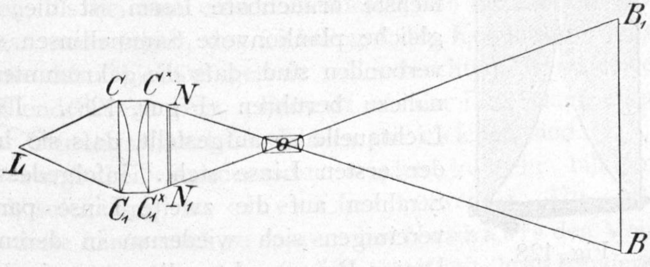


Fig. 127.

Jedoch ist die Anwendung künstlicher Lichtquellen, wie schon oben gesagt, direkt nicht möglich, weil sie meist eine zu kleine, leuchtende Fläche darbieten. Um sie einigermaſsen zu vergröſsern, lieſse sich zwischen Lichtquelle und Negativ eine Mattscheibe einschalten. Dann dient nicht die Lampe als solche, sondern die durch sie erleuchtete Mattscheibe als Lichtquelle. Dadurch wird aber ein erheblicher Lichtverlust bedingt. Infolgedessen schaltet man bei Benutzung künstlicher Lichtquellen besondere **Beleuchtungslinsen** ein. Was diese Beleuchtungslinsen $C\,C_1$, $C^*\,C^*_1$ leisten müssen, geht aus Figur 127 hervor. Sie sollen einen Beleuchtungskegel liefern, der

Beleuchtungslinsen.

das Negativ NN_1 vollständig erhellt und so konvergiert, daſs seine Spitze in der Blendenebene des Objektivs O liegt. Auf diese Weise läſst sich selbst eine punktförmige Lichtquelle so vergröſsern, daſs die oben aufgestellte Forderung, daſs jeder von dem Objektiv nach dem Negativ gezogene Strahl bei seiner Verlängerung die Lichtquelle trifft, erfüllt ist. Aber diese Anordnung bietet noch einen anderen Vorteil. Es haben nämlich alle Strahlen, welche durch den Kondensor hindurchtreten, auch den richtigen Konvergenzgrad, während bei der direkten Anwendung einer ausgedehnten Lichtquelle, oder einer durch eine zwischengeschaltete Mattscheibe vergröſserten, zahlreiche Strahlen zwar das Negativ, aber nicht das Vergröſserungssystem treffen, für die Bilderzeugung also nutzlos sind.

Um nicht zu groſse Kondensoren benutzen zu müssen, bringt man die zu vergröſsernde Platte so dicht als möglich vor ihnen an.

Doppelkondensoren.

Gegenwärtig sind am meisten verwandt die Kondensoren aus zwei miteinander verbundenen, plankonvexen Linsen. Es müssen nun bestimmte Beziehungen zwischen dem Durchmesser der Kondensorlinsen und ihrer Brennweite einerseits und der Brennweite des Kondensors und des Vergröſserungsobjektivs andrerseits inne gehalten werden, um die günstigsten Bedingungen für die gröſste Helligkeit zu erzielen. Die einfachste brauchbare Form ist die, bei der zwei gleiche plankonvexe Sammellinsen so miteinander verbunden sind, daſs die gekrümmten Flächen sich nahezu berühren (Figur 128). Dann wird die Lichtquelle so aufgestellt, daſs sie im Brennpunkt der ersten Linse steht. Infolgedessen treffen die Strahlen auf die zweite Linse parallel auf und vereinigen sich wiederum in deren Brennpunkt. Dieser Brennpunkt soll nun, wie bereits gesagt, annähernd in der Blendenebene des Vergröſserungsobjektivs liegen. Vergl. Fig. 127. Da nun das zu vergröſsernde Negativ so zwischen Kondensor und Objektiv eingeschaltet werden muſs, daſs es weiter als die einfache Brennweite des Objektivs von letzterem absteht, so muſs jede Linse des Doppelkondensors eine gröſsere Brennweite haben, als das benutzte Objektiv, und zwar, um mittlere Werte zu erhalten, ungefähr $^1/_3$ bis $^1/_2$ mehr. Die geeigneten **Bedingungen für die Herstellung** der Kondensoren hat **Miethe** in Eders Jahrbuch 1894, S. 210 ff. auseinandergesetzt. Nach ihm soll der Durchmesser der Linsen $^1/_3$ kleiner sein, als die Brennweite der Einzellinsen beträgt, und der Durchmesser wiederum soll um $^1/_{10}$ die

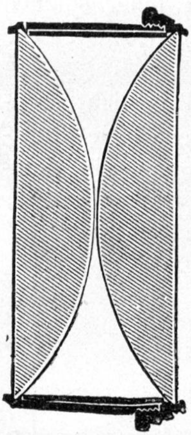


Fig. 128.

Diagonale des Negativs übertreffen. Wenn also z. B. ein Negativ 13×18 vergröſsert werden soll, so beträgt dessen Diagonale 22,5 cm. Der Kondensor müſste also einen Durchmesser von 25 cm haben, bei einer Brennweite der Einzellinsen von etwa 33 cm. Das Objektiv muſs eine Brennweite von 25—29 cm haben.

Um nun nicht für jede einzelne Vergröſserung verschiedene Kondensoren und verschiedene Objektive benutzen zu müssen, richtet man seinen Vergröſserungsapparat zweckmäſsig so ein, daſs sowohl die Lichtquelle, wie die beiden einzelnen Linsen des Kondensors und das Objektiv verstellbar sind. Dann gelingt es, innerhalb ziemlich weiter Grenzen den gestellten Forderungen für eine gleichmäſsige Beleuchtung des Negativs gerecht zu werden. Eine besondere Aufmerksamkeit verdient namentlich das Verhältnis des wirksamen Öffnungswinkels des Kondensors zu dem Bildwinkel des Objektivs. Es lieſse sich denken, daſs man bei einem Kondensor von beispielshalber 33 cm Brennweite auch ein Objektiv mit viel kürzerer, von z. B. 10 cm Brennweite, benützen könnte, wenn man nur das Objektiv in die Spitze des Beleuchtungskegels bringt und das Negativ ihm so weit nähert, als die Scharfeinstellung erfordert. Aber die Resultate sind durchaus mangelhaft, weil eben der Kondensor und das Objektiv einen zu verschieden groſsen Bildwinkel haben und die Linsenfehler des Kondensors bei kleineren Objektiven störender wirken, als bei ihm entsprechenden. Für die Zwecke der Praxis kann man auch sagen, der Lichtkegel des Kondensors muſs die hintere Linse des Objektivs gerade voll erleuchten, wenn seine Spitze in der Blendenebene liegt. Dies ist nur der Fall, wenn eben Bildwinkel und Öffnungswinkel der Linsen die gleichen sind.

Einfache Kondensoren. Statt der zweifachen Kondensoren werden in sehr billigen Apparaten auch solche mit nur einer Linse verwendet. Um auch die Kosten für diese Linse noch zu sparen, hat Neuhauſs den Vorschlag gemacht, zwei hinreichend groſse Uhrgläser mit ihren Rändern zusammenzulegen und den eingeschlossenen, linsenförmigen Hohlraum mit Alkohol oder Wasser zu füllen. In der That kann für den Fall der Not ein derartiger Kondensor gelegentlich aushelfen, aber für ein andauerndes und vielseitiges Arbeiten ist er nicht recht ausreichend.

Reflektoren. Das Gleiche gilt von den Apparaten, welche statt der Linsen Hohlspiegel, die hinter der Lichtquelle als **Reflektoren** angebracht sind, enthalten. In der Regel sind diese Reflektoren nach Analogie der Beleuchtungspraxis des täglichen Lebens so befestigt, daſs die Lichtquelle in ihrem Brennpunkt steht. Das ist aber grundfalsch, weil dann die reflektierten Strahlen parallel auf das Ob-

jektiv treffen. Derselbe Fehler wird auch bei der Kombination von Kondensor und Reflektor begangen. Während dann die direkten Strahlen divergierend auf den Kondensor auffallen, sind die reflektierten parallel. Die natürliche Folge ist, daſs die beiden Strahlensorten durch den Kondensor in zwei verschiedenen Punkten vereinigt werden, wodurch das Bild weder scharf noch kontrastreich wird. Die reflektierten Strahlen müssen vielmehr in der vorderen Fläche der Lichtquelle ihren Brennpunkt haben. Am ehesten lassen sich solche primitive Einrichtungen noch für die Zwecke der Projektion verwenden, viel weniger aber zur Herstellung von photographischen Vergröſserungen.

Dreifache Kondensoren.

Um noch mehr Licht auszunutzen, als es mit Hilfe eines Doppelkondensors möglich ist, werden auch **dreifache Kondensoren** hergestellt. Sie ermöglichen nicht nur eine hellere, sondern auch eine gleichmäſsigere Beleuchtung, aber sie sind erheblich teurer. Für die Zwecke der rein photographischen Praxis genügen vollauf die Doppelkondensoren, während für die später zu besprechende Mikrophotographie die dreifachen Kondensoren unbedingt vorzuziehen sind.

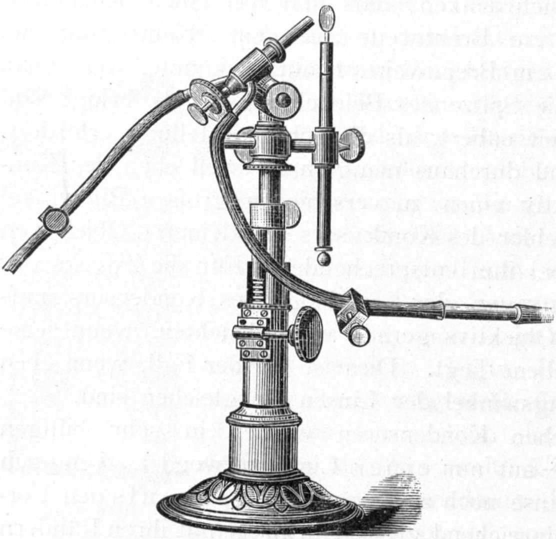


Fig. 129.

Lichtquellen für die Vergröſserung.

Als **Lichtquellen** für die Zwecke der Vergröſserung können alle möglichen dienen. Die einfachen und billigen Apparate sind mit gewöhnlichen **Flach-** oder **Rundbrenner-Petroleumlampen** ausgerüstet. Auſser den Petroleumlampen können auch **Gaslampen**, und namentlich das **Auer**sche **Glühlicht**, als gute Lichtquelle dienen. Eine gröſsere Helligkeit erreicht man durch Benutzung von

Kalklicht.

Knallgaslampen. Man bedient sich hierbei häufig der Linnemannschen Brenner (Fig. 129), bei denen die Mischung des Gases bei richtiger Handhabung erst auſserhalb der Rohre des Brenners erfolgt. Dadurch wird nicht nur die Explosionsgefahr vermieden,

sondern auch ermöglicht, den heifsesten Teil der Flamme besser auf den Glühkörper wirken zu lassen. Sie bestehen im wesentlichen aus zwei ineinander befindlichen Röhren, durch deren äufsere das Gas, durch deren innere der Sauerstoff geleitet wird. Durch diese Knallgasflamme wird ein Kalk- oder Zirkonstift zur Weifsglut erhitzt. Derartige Lampen geben ein sehr helles, intensives Licht und genügen nicht nur für die Zwecke der Vergröfserungsphotographie, sondern auch für die Projektion in kleineren Räumen und für die Mikrophotographie. Die Kalkstücke erfordern sorgfältige Aufbewahrung, damit sie keine Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen, und sind also nach jedesmaligem Gebrauche wieder in die beigegebene, luftdicht geschlossene Kapsel zu bringen. Sie haben den Nachteil, dafs durch die Flamme der Kalk zusammensinkt. Dabei entsteht eine Vertiefung, und die Helligkeit nimmt wesentlich ab. Daher sind alle Kalklichtapparate mit einem drehbaren Kalkkörper zu versehen, um immer neue und intakte Stellen zur Weifsglut erhitzen zu können.

Zirkonlicht.

Statt des Kalkes wird in neuerer Zeit auch vielfach **Zirkonerde** verwendet. Man bringt entweder diese Erde in einen Platinteller, oder man prefst aus ihr kleine Cylinder von etwa 1 cm Durchmesser und 2—3 cm Länge. Die Scheiben sind unzweckmäfsig, weil sie bald reifsen und abblättern. Besser sind die Cylinder, jedoch ist dabei besonderer Wert darauf zu legen, dafs sie recht hart sind. Wenn bei längerer Benutzung der vordere Teil dieser Cylinder rissig wird und abblättert, so kann man mittelst eines Messers den unbrauchbaren Teil abschneiden und wieder eine glatte Fläche herstellen.

Handhabung der Knallgaslampen.

Das Anheizen der Kalk- und Zirkoncylinder erfolgt so, dafs man zunächst das Gas oder den Wasserstoff entzündet und so lange brennen läfst, bis der Körper zu glühen beginnt. Erst dann läfst man den Sauerstoff hinzutreten. Die heifsesten Flammen erreicht man bei Benutzung von **Wasserstoff** und **Sauerstoff**, jedoch genügt es für die meisten Fälle auch, statt des Wasserstoffes gewöhnliches **Leuchtgas** zu nehmen. Der **Sauerstoff** sollte ausschliefslich in komprimiertem Zustande, wie er von Dr. Theodor Elkan in Berlin in Stahlcylindern geliefert wird, benutzt werden. Auf diese Weise spart man nicht nur den zur Selbstdarstellung nötigen, ziemlich kostspieligen Apparat, sondern man vermeidet auch die nicht unerhebliche Explosionsgefahr aller derartigen Apparate. Seitdem wiederholt Explosionen von Stahlcylindern vorgekommen sind, hat sich eine gewisse Ängstlichkeit bemerkbar gemacht, die aber durchaus ungerechtfertigt ist. Allerdings befindet sich der Sauer-

stoff in den Stahlcylindern unter einem Drucke von 100 Atmosphären, aber diesen Druck halten die auf 250 Atmosphären amtlich geprüften Cylinder mit Leichtigkeit aus, und es ist bisher noch kein Fall bekannt, daſs Sauerstoffcylinder deutschen Ursprunges explodiert wären. Selbstverständlich ist deshalb die nötige Vorsicht nicht auſser acht zu lassen, und namentlich hat man sich davor zu hüten, die Cylinder aus einiger Höhe auf Steinboden herabfallen zu lassen. Elkan liefert auch **komprimierten Wasserstoff** in ähnlichen Gefässen, welche, zum Unterschiede von den Sauerstoffcylindern, nicht nur rot angestrichen, sondern auch mit entgegengesetztem Gewinde wie die Sauerstoffcylinder versehen sind. Eine Verwechselung der beiden Cylinder ist nicht leicht möglich. Bei der Benutzung von Leuchtgas hat man nicht selten Schwierigkeiten bei der Regulierung des Druckes, weil natürlich der Druck abhängig ist von dem Drucke innerhalb der Leitung. In Berlin schwankt der Druck am Tage innerhalb recht erheblicher Grenzen und steigt abends um ein recht Bedeutendes an. Die Regulierung des Sauerstoffdruckes erfolgt durch ein sog. **Reduzierventil**, welches den Druck von 100 Atmosphären bis auf Bruchteile einer einzigen herabzumindern gestattet. Eine weitere Möglichkeit, den Druck zu regulieren, hat man in dem engeren oder weiteren Öffnen der Abfluſshähne. Je stärker der Druck, um so heiſser die Flamme und um so heller das Licht; jedoch brennen alle derartigen Gebläseflammen bei stärkerem Druck mit einem äuſserst störenden, lauten Zischen. Verfasser reguliert seine Lampen daher stets so, daſs sie ohne jedes Geräusch brennen. Die Helligkeit dabei ist allerdings nicht die erreichbar gröſste. Wenn die Flamme des Linnemannschen Brenners richtig reguliert ist, so bildet sich in einer gewissen Entfernung von der Ausströmungsöffnung in der Stichflamme ein kleiner bläulicher Ring. Diese Stelle ist diejenige, wo die gröſste Hitze erreicht wird, und an Stelle dieses Ringes kommt der Zirkon- oder der Kalkcylinder. Tritt der Schnürring auf nicht, so findet die Mischung des Gases **im** Brenner statt, was

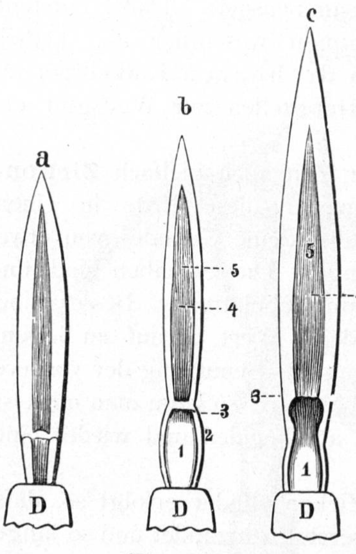


Fig. 130.

unbedingt vermieden werden muſs. In Fig. 130 ist *a* die Flamme nach Gestalt und Gröſse abgebildet, welche bei schlechter Regulierung, *b* bei geräuschlosem Brennen, *c* bei starkem Zischen entsteht. Um den Schnürring zu beobachten, muſs man natürlich von der Seite her die Flamme betrachten, um die Augen nicht zu blenden. Die zischenden Flammen blasen den Teil des Glühkörpers, den sie direkt treffen, so stark kühl, daſs ein dunkler Fleck entsteht, der für manche Fälle störend wirkt. Statt des komplizierten Linnemannschen Brenners genügen zumeist auch die nach dem gleichen Princip konstruierten, in den Reguliervorrichtungen einfacher gehaltenen Brenner. Zum Ersatze von Kalk und Zirkon sind ähnliche Körper hergestellt aus Magnesia, jedoch sind sie wenig haltbar.

Das intensivste Licht giebt das **elektrische Bogenlicht.** Natürlich setzt seine Benutzung das Vorhandensein einer Starkstromanlage voraus. Es kann hier nicht näher eingegangen werden auf die einzelnen Konstruktionen der elektrischen Bogenlampen. Für unsere Zwecke bewährt sich am meisten die Projektionslampe von Schuckert, welche automatisch reguliert und schrägstehende Kohlen hat. Da alle elektrischen Lampen auf eine bestimmte Stromstärke eingerichtet sind, so kann eine Lampe nicht unmittelbar an die Stromleitung angeschlossen werden, sondern erst nach Einschaltung eines geeigneten Widerstandes. Alle derartigen Einrichtungen läſst man ausschlieſslich von Fachleuten besorgen. Viele ziehen statt der selbst regulierenden Lampen die Lampen mit Handregulierung vor. (Fig. 134 u. 135). Bogenlicht.

Eine weitere sehr helle Lichtquelle sind die **Magnesiumlampen,** aber sie haben sich nicht recht eingebürgert; einmal, weil beim Verbrennen des Magnesiums ein ziemlich lästiger Rauch entsteht und dann, weil es bis jetzt noch keine Lampe giebt, welche einen unveränderlichen Lichtpunkt hat und gleichmäſsig brennt. Allerdings würde die sinnreich konstruierte Lampe von Ney diesen Bedingungen genügen, wenn es geeignetes Magnesiumband gäbe. Für photographische Zwecke wäre das Magnesiumlicht das bei weitem geeignetste. Magnesiumlicht.

Ein für die Zwecke der photographischen Praxis sehr vollkommener Apparat für künstliches Licht ist der von Schmidt & Hänsch in Berlin hergestellte und in Fig. 131 abgebildete Vergröſserungsapparat. Er besteht aus einem festen Kasten aus Mahagoni, welcher zur Aufnahme der Lichtquelle bestimmt ist. In der beigegebenen Abbildung ist ein Linnemannscher Brenner mit Regulierung von auſsen in den Apparat eingesetzt. Statt dieses Vergröſserungsapparate.

Brenners könnte natürlich auch irgend eine andere der besprochenen Lichtquellen in den Apparat eingepaſst werden. Bei *d* und *e* befinden sich die Kondensoren, welche gegeneinander verschiebbar sind, bei *f* der Rahmen für das zu vergröſsernde Negativ und bei *g* das Objektiv. Die scharfe Einstellung des projizierten Bildes erfolgt durch Verschieben des Objektivs.

Auſser diesem Apparat giebt es noch mancherlei Konstruktionen im Handel, die aber stets erst auf ihre Verwendbarkeit geprüft werden müssen, weil sie keineswegs alle sachverständig zusammengestellt sind.

Wer sich keinen besonderen Vergröſserungsapparat kaufen will, kann sich mit der durch alle besseren Handlungen zu beziehenden

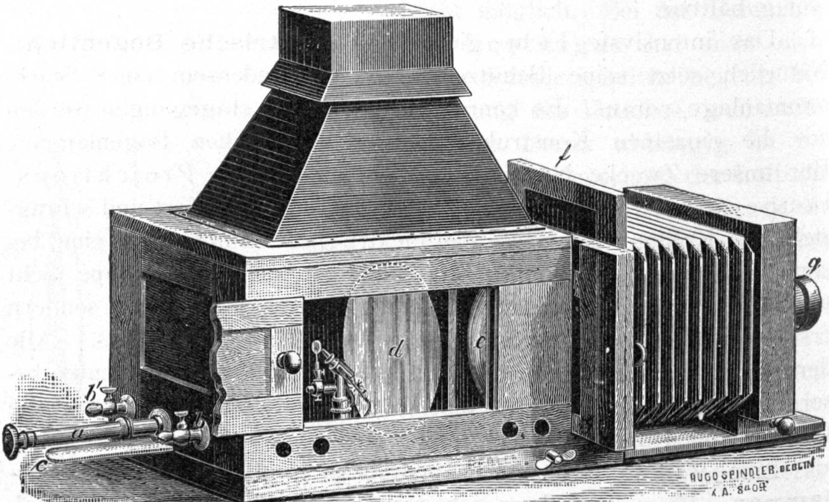


Fig. 131.

Laterne mit Kondensor begnügen (Fig. 132), die dazu bestimmt ist, mit einer gewöhnlichen Kamera kombiniert zu werden in der aus der Figur ohne weiteres ersichtlichen Weise. Nach ähnlichen Principien kann man sich auch von jedem Klempner oder Tischler ein entsprechendes Lampengehäuse bauen lassen. Es kommt vor allem darauf an, daſs allen den besprochenen Beziehungen zwischen Kondensor, Objektiv, Bildgröſse u. s. w. Genüge geleistet wird. Im übrigen läſst sich mit sehr geringen pekuniären Hilfsmitteln ein durchaus verwendbarer Apparat herstellen.

Objektiv. Als **Objektiv** für die Vergröſserung dient am einfachsten dasselbe, mit dem die Aufnahme gemacht ist, und es ist daher nicht nötig, sich ein besonderes Objektiv für den Vergröſserungs-

apparat anzuschaffen. Wenn jedoch ein vorhandenes Objektiv benutzt werden soll, so achte man darauf, dafs es zu dem Kondensor in richtigen Beziehungen steht. Jedenfalls mufs das Objektiv, welches zur Vergröfserung dienen soll, mindestens die Plattengröfse auszeichnen, welche vergröfsert werden soll. Auf die Gröfse des herzustellenden Bildes kommt es dabei nicht an.

Das Vergröfsern.

Um den Vergröfserungsapparat in Betrieb zu setzen, wird nach Entzündung der Lichtquelle das Negativ auf der Projektionsfläche annähernd eingestellt. Dann wird in der Regel die Beleuchtung eine mangelhafte sein. Um sie zu korrigieren, entfernt man das Negativ und Objektiv und verschiebt die Lichtquelle und eventuell die beiden Linsen des Kondensors so, dafs die Spitze des austretenden Lichtkegels annähernd dahin fällt, wo vorher die Blendenebene des Objektivs lag. Nun wird das Objektiv wieder eingesetzt. Falls die Lichtquelle nicht genau in der optischen Axe des Objektivs steht, so treten — vorausgesetzt, dafs der Kondensor nicht etwa fehlerhaft ist — in dem Gesichtsfelde farbige Flecke und Kreise auf, welche durch Heben und Senken der Lichtquelle, bezw. durch Verschieben nach rechts und links beseitigt werden können. Ist das Gesichtsfeld vollständig gleichmäfsig erleuchtet, so wird das Negativ wieder in seinen Rahmen eingesetzt und scharf eingestellt. Das Objektiv wird mit nahezu voller Öffnung benutzt, weil beim Abblenden ebenfalls farbige Flecke entstehen. Selbst wenn der Apparat einmal genau eingestellt und centriert ist, darf doch nicht die Kontrolle auf eine gleichmäfsige Beleuchtung des Gesichtsfeldes versäumt werden, ehe man das Bild endgültig einstellt. In der Regel wird in diesem Falle allerdings nur eine kleine Verschiebung der Lichtquelle, entsprechend der veränderten Vergröfserung, nötig sein.

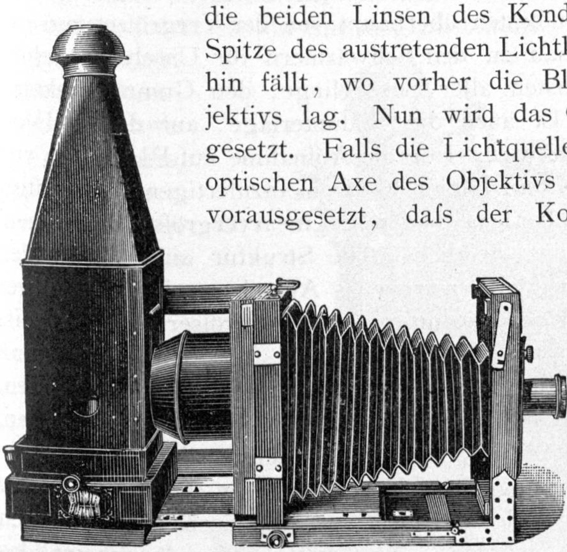


Fig. 132.

Die Ermittelung der **Expositionszeit** geschieht ebenso durch Versuche, wie es bereits oben beschrieben worden ist. Genaue Angaben lassen sich im allgemeinen nicht machen, weil

die Zeiten von der Intensität der Lichtquelle, der Lichtstärke des jeweils benutzten Objektivs, der Vergröſserung und der Empfindlichkeit des verwendeten Papieres abhängig sind. Aber auch bei Benutzung ein und derselben Lichtquelle und ein und derselben Vergröſserung schwankt die Expositionszeit infolge wechselnder Dichte der Negative nicht selten in recht erheblichen Grenzen. Man lernt aber die Exposition bei Benutzung des gleichen Apparates sehr bald mit ziemlicher Sicherheit beurteilen und kommt in der Regel mit einem einzigen Vorversuch aus.

Grenzen der Vergröſserung.

Es fragt sich nun, **wie stark** ein Negativ vergröſsert werden kann, um noch ein gutes Bild zu liefern. Das hängt natürlich in erster Linie von der Schärfe des Originals ab. Unscharfe Negative schlieſst man am besten überhaupt von der Vergröſserung aus, es sei denn, daſs man zu den Schwärmern für Unschärfe gehört oder zu den modernsten aller Sonderlinge, den Gummidruckern! Von Einfluſs dabei ist auch die Bildunterlage, auf der die Vergröſserung hergestellt wird. Für die Aufnahme auf Platten, von denen später auf glattem Papier Kopieen anzufertigen beabsichtigt ist, darf man kaum über eine vierfache Linearvergröſserung gehen. Schon hierbei tritt eine ziemlich grobe Struktur auf, welche den Bildern ein unangenehmes, zerrissenes Aussehen giebt. Weniger auffallend wird das »Korn«, wenn man zur Vergröſserung die bereits besprochenen Kornbromsilberpapiere benutzt. Hier kann man eine sechs-, ja selbst eine zehnfache Vergröſserung anwenden, ohne durch das Plattenkorn eine wesentliche Störung zu erleiden, während es auf glatten Papieren unangenehm wirkt. Verfasser besitzt viele Vergröſserungen auf Kornpapier von 9 : 12 auf 30 : 40, welche selbst von Fachleuten für Kontaktkopieen nach direkten Aufnahmen gehalten wurden. Aus diesem Grunde scheint das Kornbromsilberpapier das beste Vergröſserungspapier, zum wenigsten für den Amateur, zu sein.

Die Behandlung dieser Papiere, ihre Entwicklung, Fixierung, das Waschen, die Retouche u. s. w. (vergl. S. 215 u. f.) ist bereits besprochen. Für Bilder, die mehr künstlerischen Zwecken dienen sollen, empfiehlt sich das Umranden mittelst ausgeschnittener Kartons, sog. Passe-partouts. Unter Umständen wirken diese Bilder sehr vornehm, wenn sie direkt ohne Rand entsprechend eingerahmt werden. Statt der Papiere kann man sich auch des Photoleinens von Hesekiel bedienen. Hierauf lassen sich namentlich Wandtafeln für Unterrichtszwecke herstellen. In vielen Fällen wird es sich empfehlen, diese Bilder in der bereits beim Positivverfahren besprochenen Weise mittelst Öl-

farben zu **kolorieren.** Wem die Herstellung von Wandtafeln auf photographischem Wege zu kostspielig ist, kann sich mittelst der Vergrößerungsapparate helfen, wenn er das projizierte Bild **mit der Hand nachzeichnet.** Das Zeichnen erfordert hierbei keine besondere Übung, weil man eben nur die vorhandenen Linien nachzuziehen hat. Immerhin gehört aber einiges Verständnis dazu, damit die Zeichnungen nun auch in der That die verlangte Wirkung ausüben und nicht ein unverständliches Gewirr zahlloser Linien und Einzelheiten darstellen. Handzeichnungen mit Hilfe des Vergrößerungsapparates.

Alle die Vergrößerungsapparate können nun auch gleichzeitig als **Projektionsapparate** dienen, um einem größeren Auditorium Photogramme vorzuführen. Zu dem Ende stellt man Diapositive her und projiziert sie auf eine möglichst weiße, glatte Fläche. Derartige **Projektionsflächen** bestehen entweder aus reinem, weißem Papier, oder aus weißer Leinwand, die auf einem entsprechenden Keilrahmen aufgespannt wird. Um diese Projektionsfläche noch weißer und strahlender zu machen, als die Leinwand an und für sich ist, wird sie noch mit einem Anstrich von dünnem Gipsbrei, dem etwas Leim zugesetzt wurde, überzogen. Das früher vielfach beliebte Projizieren auf einer durchscheinenden Leinwand ist wegen des damit verbundenen Lichtverlustes nicht praktisch. Projektion. Projektionsschirme.

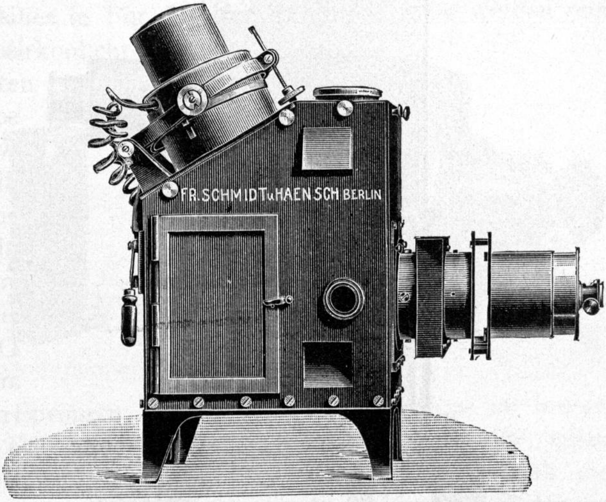


Fig. 133.

Die **Verwendung des Projektionsapparates als Lehrmittel** kommt erst in der neueren Zeit mehr und mehr in Aufnahme und hat große Vorteile gegenüber dem Herumreichen von Originalphotographieen. Es ist nämlich auf diese Weise möglich, dem Auditorium gleichzeitig die besprochenen Dinge vorzuführen und ihm gerade das zu zeigen, worauf es im speciellen Falle ankommt. Beim Herumreichen von Photographieen erhält der einzelne oft die Bilder zu Zeiten, wo bereits andere Dinge besprochen wer- Vorteile.

den. Dadurch wird seine Aufmerksamkeit abgelenkt, und schliefslich weifs mancher nicht mehr, worauf es im vorliegenden Falle ankommt, ganz abgesehen davon, dafs es vielen Leuten ungemein schwer wird, sich in Photographieen, namentlich in Mikrophotogrammen, zurecht zu finden.

Apparate.

Für die Herstellung von speciellen **Projektionsapparaten** gelten genau dieselben Bedingungen, wie für die Vergröfserung mit künstlichem Licht. Da aber der Lichtabschlufs nicht ganz so sorgfältig zu sein braucht und die Aufstellung des Apparates in der Regel eine feste ist und immer dieselbe Entfernung vom Projektionsschirm eingehalten wird, so läfst sich die Konstruktion im einzelnen gegenüber den Vergröfserungsapparaten oft einfacher gestalten.

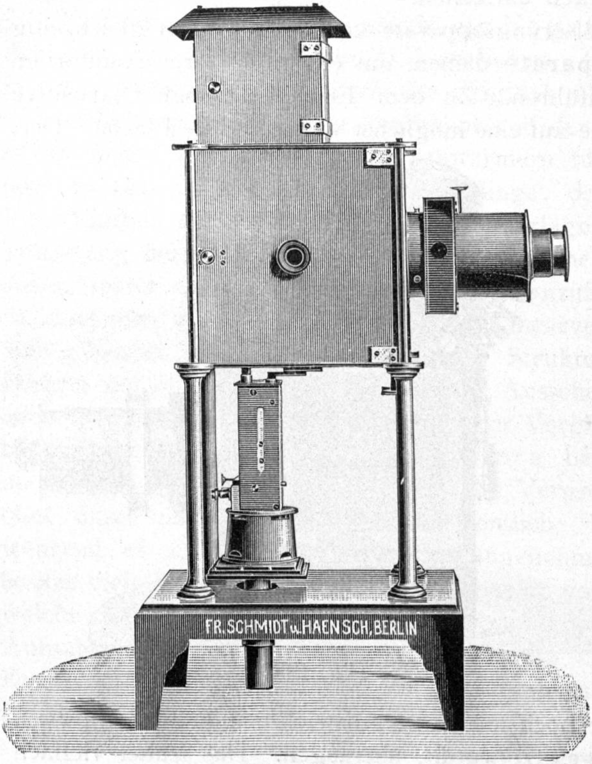


Fig. 134.

Lichtquelle.

Der Hauptwert ist auf eine möglichst intensive Lichtquelle zu legen. Für gröfsere Auditorien kommt vorwiegend das elektrische Bogenlicht in Betracht, während für kleinere Versammlungen, Vereine und Schulen auch das Kalk- oder Zirkonlicht genügt. Das Petroleumlicht läfst sich mit Vorteil nur im Familienkreise benutzen, es sei denn, dafs man einen der neuen mehrfachen Flachbrenner, z. B. die Stocksche Patentlampe, benutzt, welche etwa 100 Normalkerzen Helligkeit ausstrahlt. Apparate mit elektrischem Lichte werden neuerdings von den verschiedensten Firmen hergestellt, so z. B. von Schmidt & Haensch in Berlin. Bei dem in Fig. 133 dargestellten Apparate dient als Lampe die Schuckertsche Projektionslampe mit schrägen Kohlen.

Sie ist direkt mit einem Vorbau für eine Kühlkammer, den Kondensor, Bildrahmen und das Objektiv versehen. In Fig. 134 ist die *Duboscq*sche *Lampe* für *Handregulierung* abgebildet, mit im übrigen gleicher Ausstattung wie die vorige. Bei der Benutzung des elektrischen Bogenlichtes ist die Einschaltung einer **Kühlkammer** unbedingt nötig, weil andernfalls bei der starken Hitzeentwicklung die Glasbilder leicht springen würden. Zur Kühlung genügt durch Kochen luftfrei gemachtes und wieder abgekühltes reines Wasser. Wo es ohne Schwierigkeit möglich ist, kann der Kühlapparat auch für *fliefsendes Wasser* eingerichtet werden. *Alaunlösungen* sind, wie bereits in Kapitel I besprochen wurde, durchaus überflüssig. Kühlkammer.

Für kleinere Einrichtungen genügen die einfachen **Skioptikons**, wie ein solches in Fig. 135 abgebildet ist. Sie werden mit Petroleum- oder Zirkonlicht benutzt. Die Kästen für die Lichtquelle werden mit Ausnahme des Daches und des Schornsteines gewöhnlich aus Holz hergestellt, dessen Innenfläche mit Asbest ausgekleidet wird, um ein Springen des Holzes durch die Hitze im Innern zu verhindern. Bei allen derartigen Apparaten ist für einen *kräftigen Luftzug im Innern* Sorge zu tragen, damit die Flamme gut brennt und keine allzu starke Erhitzung im Innern des Kastens, welche den Kondensoren leicht gefährlich werden könnte, eintritt.

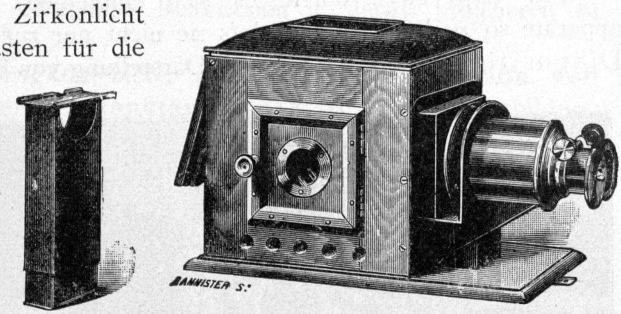


Fig. 135.

Als *Träger für die Diapositivprojektionsbilder* dient ein besonderer Schieberahmen (Fig. 136), in den die Bilder von obenher eingesteckt werden. Er wird, wie in der umstehenden Figur, am zweckmäfsigsten für zwei Bilder nebeneinander eingerichtet, damit das neue Bild schon während der Projektion des vorhergehenden eingesteckt werden kann. Auf beiden Seiten des Rahmens ist ein Anschlag angebracht, um ohne weiteres die centrale Stellung des Bildes finden zu können. Beim *Wechseln* der Bilder wird jedesmal das Objektiv einen Moment verdeckt, bis das neue Bild vorgezogen ist und erst dann wieder freigegeben. Wenn das mit genügender Schnelligkeit geschieht, so ist diese Bildrahmen.

momentane Unterbrechung für den Zuschauer weniger unangenehm als das Vorbeiziehen der Bilder. Besondere Doppelapparate,

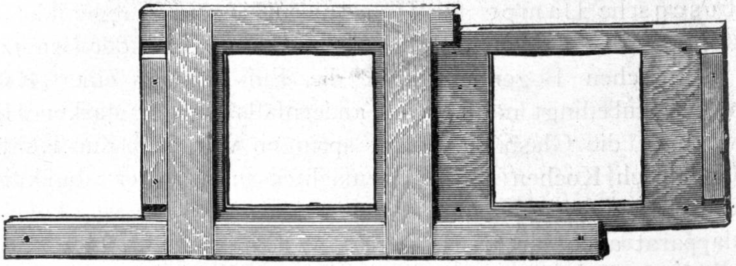


Fig. 136.

welche ein allmähliches Übergehen der Bilder ermöglichen, sind für die Zwecke wissenschaftlicher Projektionen zu entbehren.

Universal-apparate.

Für Institute dürfte es sich empfehlen, die Projektionsapparate so zu konstruieren, daſs sie nicht nur zur Vorführung von Diapositiven, sondern auch zur Darstellung von Experimenten

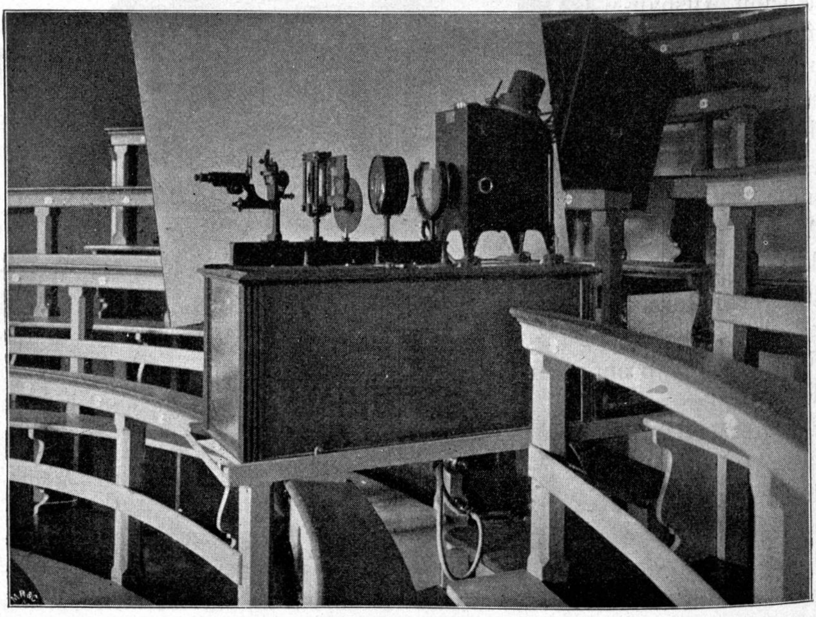


Fig. 137.

und zur Projektion mikroskopischer Objekte brauchbar bleiben. Ein solcher Apparat ist der in Fig. 137 abgebildete Projektionsapparat des Pathologischen Institutes zu Berlin, der von G. Meiſsner, Berlin NW., Perlebergerstraſse 26 f, ausgeführt worden

ist. Auf einem groſsen Kastenunterbau, der zur Aufnahme aller nötigen Apparate, Reserveteile und Werkzeuge dient, befindet sich eine Schiene, eine sogenannte optische Bank. Als Lichtquelle dient wiederum die Schuckertsche Lampe. Unmittelbar anschlieſsend wird eine Kühlkammer aufgestellt, welche für flieſsendes Wasser eingerichtet ist. Sie ist dünner, als sonst üblich, dafür ist aber eine zweite, in der Figur nicht dargestellte, vorgesehen, welche ihre Stellung vor dem Mikroskop im konvergierenden Lichtkegel findet. Sie dient gleichzeitig ev. als Lichtfilter. Davor findet der Kondensor seine Aufstellung und weiterhin der Schieberahmen für den Bildträger und das Projektionsobjektiv. Das letztere kann mit Leichtigkeit entfernt und an seine Stelle ein umgelegtes Mikroskop aufgesetzt werden. An Stelle des Bildträgers läſst sich ein Tischchen einsetzen, welches zur Aufnahme der Reagenzgläser und anderer Dinge dient, um chemische Reaktionen u. dergl. projizieren zu können.

Projektion undurchsichtiger Gegenstände.

Einige Schwierigkeit bietet nun noch die **Projektion von undurchsichtigen Gegenständen**, z. B. von Papierbildern. Diese Projektion wird so vorgenommen, daſs ein konischer Vorbau, wie er in Fig. 138 abgebildet ist, vor dem Kondensor angebracht wird. Bei diesen Instrumenten steht das Objekt unter einem gewissen Winkel gegen die optische Axe des Kondensors geneigt und wird so beleuchtet, daſs das konvergente Strahlenbüschel nach seiner Reflexion an dem zu vergröſsernden Objekte ebenso wie vorhin seinen Vereinigungspunkt in der Blendenebene des Objektivs hat. Durch die unvollkommene Reflexion wird ein groſser Lichtverlust bedingt, und es erfordern daher derartige Einrichtungen sehr helle Lichtquellen und schwache Vergröſserungen. Auf diese Weise müssen auch die nach der Interferenzmethode hergestellten Photogramme in natürlichen Farben projiziert werden. Bleibt der Ort der Projektionsfläche der nämliche, so muſs natürlich der ganze Apparat um den entsprechenden Winkel gedreht werden. Während bei der Projektion undurchsichtiger Gegenstände der Gang der Lichtstrahlen eine Knickung in der horizontalen Ebene erleiden muſs, erfordern **schwimmende Objekte** eine solche in der vertikalen Ebene. Die Anordnung des Instrumentariums wird aus nebenstehender Abbildung (Fig. 139) ohne weiteres klar. Die Vorrichtung ist einzeln käuflich. Die Figur zeigt die

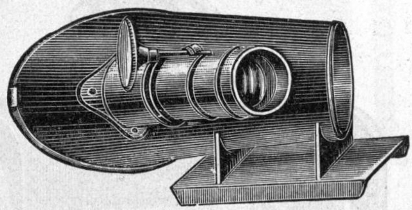


Fig. 138.

Kombination mit einem gewöhnlichen Skioptikum. Die zur Reflexion dienenden Spiegel werden am besten auf der Oberfläche versilbert, weil die gewöhnlichen Spiegel leicht Doppelbilder erzeugen. Neuerdings findet der Projektionsapparat auch noch eine vielfache Anwendung zur Vorführung der **„lebenden“ Bilder.** Seit Gebrüder Lumière zuerst mit ihrem **Kinematographen**

Kinematographen.

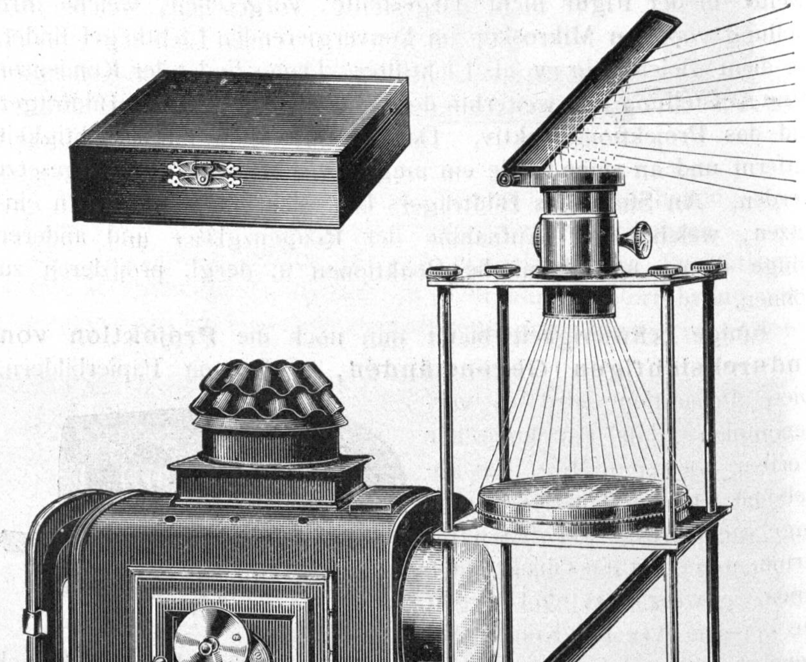


Fig. 139.

einen durchschlagenden Erfolg zu verzeichnen hatten, mehrten sich rasch die Konstruktionen, und entsprechend der wachsenden Konkurrenz wurden die Apparate wesentlich verbilligt. Das Prinzip des Kinematographen ist ein sehr einfaches und ähnlich dem Stroboskop und Anschützschen Schnellseher. Es werden eine Anzahl Bilder, welche auf einem langen schmalen Celluloidfilm unter-

einander aufgenommen sind, nacheinander vor die Öffnung des Projektionsapparates geführt, einen Moment lang belichtet, dann das Licht abgeschlossen und während des Abschliefsens das nächste Bild hervorgezogen. Sobald dieses Bild seinen Platz eingenommen hat, öffnet sich der Verschlufs wiederum und so fort. Dieses Öffnen und Schliefsen mufs nun so schnell geschehen, dafs im Auge immer noch das Nachbild des vorhergehenden Bildes vorhanden ist, wenn das nächste projiziert wird. Auf diese Weise verbinden sich die einzelnen Bilder und man erhält einen überraschenden Eindruck der Bewegung. Bei manchen Apparaten sind die Unterbrechungen aber noch nicht schnell genug, um ein Flimmern des Bildes zu verhüten. Dies läfst sich mildern, wenn man beim Betrachten der Bilder einen vielfach durchlöcherten Papierfächer vor den Augen hin- und herbewegt. Nichtsdestoweniger dürfte aber dem Kinematographen eine hohe wissenschaftliche Bedeutung zukommen. Auf die Konstruktion der Apparate im einzelnen einzugehen, würde zu weit führen. Als Beispiel mag der Apparat von Dr. Hesekiel & Co. in Berlin dienen. Diese Firma beschäftigt sich auf Anregung des Verfassers namentlich mit der Vervollkommnung der Kinematographen für wissenschaftliche Zwecke. Das in Fig. 140 abgebildete Instrument kann zur Aufnahme und Projektion dienen. Ein ganz besonderer Vorteil ist die aufsen angebrachte Vorrichtung, *D l m n*, welche dazu dient, ein zusammengeklebtes, rückläufiges Filmband zu führen. Bei sich gleichbleibenden Bewegungen genügt es meist 2—4 m Bilder aufzunehmen, um alle Variationen eines hinkenden Ganges u. s. w. zu erhalten. Die Projektion dieses kurzen Streifens würde aber so schnell verlaufen, dafs der Beschauer sich nicht über alle Einzelheiten informieren kann. Das Band wird daher in geeigneter Weise mit

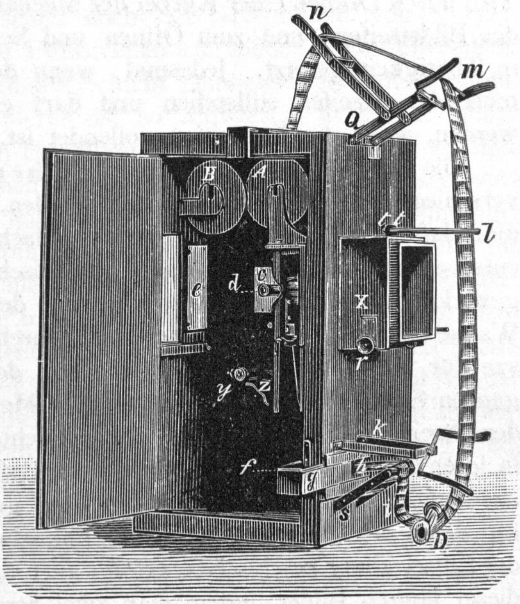


Fig. 140.

Kurze Bänder.

Aceton zusammengeklebt und kann dann fortlaufend immer wieder projiziert werden. Dadurch wird auch viel Geld gespart, denn die Films sind sehr teuer. (Ein Film ca. 22 M.)

Ein Übelstand aller Kinematographen ist bis jetzt noch die Notwendigkeit, die Filmstreifen an der Seite zu perforieren, um ein sicheres Weiterführen des Streifens zu ermöglichen. Die Perforation muſs sehr exakt und gewissenhaft ausgeführt werden, wenn das Bild nicht alsbald zerreiſsen soll. Die zur Aufnahme der Serienbilder dienenden Filmstreifen haben bis zu 25 m Länge. Diese Streifen werden in den Apparat auf die Rolle *A* eingesetzt und dann wird durch Drehen einer Kurbel der Mechanismus zur Fortbewegung des Bildstreifens und zum Öffnen und Schlieſsen des Verschlusses in Thätigkeit gesetzt. Jedesmal, wenn der Verschluſs sich öffnet, muſs der Streifen stillstehen und darf erst dann weiter geführt werden, wenn die Exposition vollendet ist.

Die **Entwicklung** dieser Reihenaufnahmen kann auf verschiedene Weise vorgenommen werden. Eine der üblichsten ist die, daſs der exponierte Streifen in flachen Windungen um eine entsprechend dicke und lange, cylindrische Walze spiralig herumgewickelt wird. Diese Walze wird mit der unteren Fläche in eine Wanne mit Entwickler getaucht und durch Drehen um ihre Längsaxe für eine gleichmäſsige Verteilung des Entwicklers über den ganzen Streifen gesorgt. Eine andere Methode besteht darin, daſs der Streifen auf einer besonders eingerichteten, horizontalen Platte in losen Spiralen so aufgewickelt wird, daſs der Film auf der Kante steht und zwischen den Windungen ein genügender Zwischenraum für den Entwickler ist. In ganz ähnlicher Weise, wie zuerst bei der Entwicklung beschrieben, erfolgt auch das nachherige **Kopieren** dieser langen Bilder, indem man zwei Streifen, den Negativstreifen und den zur Aufnahme des Diapositivs bestimmten, in ganz ähnlicher Weise auf eine Walze aufwickelt. Diese Walze wird in einen Kasten eingeschlossen, der eine etwa 3 cm breite Spalte besitzt, vor dem die Lichtquelle angebracht wird. Durch Drehen der Walze wird nacheinander die ganze Peripherie der Walze an der Lichtquelle vorübergezogen. Hesekiel kopiert im Apparat selber. Der Positivfilm kommt auf Rolle *B* und wird mit dem Negativ zusammen »durchgedreht«. Die Lichtquelle ist die Projektionslaterne.

Leider haben die Filmstreifen eine sehr unangenehme Eigenschaft, die den Photographen unter Umständen zur Verzweiflung treiben kann, das ist das Verziehen während des Verweilens in den Bädern und beim Trocknen. Die Folge davon ist bei der Pro-

jektion, daſs das Bild nicht »steht«, sondern nach oben oder unten verschwindet. Dieses Verschwinden tritt gleichmäſsig ein, ob man schon perforierte Films zum Kopieren verwendet, oder ob man sie erst nach der Fertigstellung perforiert, weil sich ja schon der Aufnahmefilm verzieht. Man verhütet das Verziehen durch Zusatz von Glycerin sowohl zum Entwickler, wie zum Fixierbad, und zwar bei Herstellen des Negatives und des Diapositives. Im allgemeinen genügt ein 5—10 °/o-Zusatz, jedoch muſs die genaue Menge durch Probieren ermittelt werden. Films der gleichen Herkunft erfordern dann ziemlich gleichmäſsig stets dieselbe Konzentration. Eventuell ist auch nach dem Waschen noch ein Glycerinbad von Vorteil. Zum Glück vertragen die Filmstreifen ein wiederholtes Einweichen, doch müssen Verletzungen der Schicht peinlichst vermieden werden. Das Entwickeln und Kopieren ist so schwierig, daſs man lieber beides einer zuverlässigen Handlung überträgt. Beim Kauf fertiger Bilder ist äuſserste Vorsicht geboten, weil Handlungsweisen vorkommen, für die es keine milden Bezeichnungen giebt. Ausländische Firmen liefern selbst ihren Wiederverkäufern mitunter nicht nur andere, sondern auch schlechte Bilder, ohne Garantie für Ersatz! Die Filmstreifen werden in Deutschland gegenwärtig noch nicht hergestellt, sondern namentlich von Amerika bezogen. Als Lichtquelle für die Kinematographen bei der Projektion wird in der Regel elektrisches Bogenlicht verwendet, weil bei der sehr starken Vergröſserung die übrigen Lichtquellen nicht intensiv genug sind. Für mittlere Vergröſserungen reicht ein guter Kalkbrenner vollständig aus. Er entwickelt nicht soviel Hitze, wie das Bogenlicht. Läſst man dessen Beleuchtungskegel längere Zeit auf das Celluloïd wirken, entzündet es sich, was bei der Heftigkeit, mit der es weiter brennt, nicht ohne Gefahr ist.

Verwendung d. Kinematographen.

Der wissenschaftliche Wert des Kinematographen scheint noch nicht genügend erkannt zu sein. Er kann zu chronographischen Aufnahmen, sowie zur Analyse von Bewegungsvorgängen aller Art verwendet werden. Die Militärbehörden können die Sprengversuche mit Minen, das Schieſsen mit Torpedos und Kanonen und andere in ihr Fach schlagenden Aufnahmen mit ihm viel besser ausführen, als mit den bisher angewandten chronophotographischen Apparaten. Dasselbe gilt für die Naturwissenschaften und die Medizin, beim Studium von physiologischen und pathologischen Bewegungen und anderen Dingen mehr. Es ist hier nicht der Ort, die einzelnen Möglichkeiten genauer darzulegen, jedoch läſst sich nach den wenigen Versuchen, die Verfasser anzustellen die Gelegenheit hatte, mit Bestimmtheit sagen, daſs

auch der Unterricht und die Klinik Nutzen von dieser neuen Errungenschaft ziehen können. Seltene Abnormitäten des Ganges bei Nervenkranken können fixiert und kleineren Anstalten mit weniger günstigem Material zur Verfügung gestellt werden. Ebenso dürften Zitterbewegungen und besondere Krankheitsanfälle aller Art, die mit charakteristischen Bewegungen verbunden sind, nicht nur für die Zeiten des Materialmangels, sondern auch zur genaueren Analyse festzuhalten sein, was durch den oben beschriebenen Apparat wesentlich erleichtert ist. Es ist zu hoffen und zu wünschen, daſs sich Ärzte u. a. demnächst genauer mit dieser Sache befassen, wenn erst der Röntgentaumel etwas ausgetobt haben wird. Freilich erfordert dieses Studium viel Geld, Zeit und Verständnis, und so gut wie der Staat für die X-Strahlen Geld angewendet hat, wird er auch für die Chronophotographie dem Studium und den Privatmitteln seiner Lehrkräfte zu Hilfe kommen müssen.

Mikroskopische Übersichtsbilder.

Wird nun in einen Vergröſserungsapparat statt eines Glasbildes ein mikroskopisches Präparat in den Bildhalter eingeschoben und in der gewöhnlichen Weise mit den gleichen Hilfsmitteln vergröſsert aufgenommen, so hat man die einfachste Art, ein Mikrophotogramm herzustellen. In der That wird diese Methode auch angewendet zur **Herstellung von Bildern nach groſsen Übersichtspräparaten.** Schnitte durch gröſsere Organe, wie z. B. durch eine Niere, einen Lungenlappen, durch gröſsere Gehirnteile, durch Rückenmark, durch Embryonen u. s. w. können nicht gut auf andere Weise abgebildet werden. Häufig genügt es in diesen Fällen, die Vergröſserung nicht auf eine Platte, sondern direkt auf Papier oder Photoleinen herzustellen, wenn es nichts ausmacht, daſs ein negatives Bild entsteht. Das schadet aber in gewissen Fällen nichts, und namentlich dann nicht, wenn die so gewonnenen Bilder nachträglich mit Ölfarbe koloriert werden sollen. Die Vergröſserungen, die sich mit dem gewöhnlichen Skioptikum erreichen lassen, sind natürlich nicht allzu erhebliche und nur für die genannten Übersichtsbilder geeignet. Werden stärkere Vergröſserungen erforderlich, so verwendet man Objektive mit kürzerer Brennweite zur Projektion. Man war bis vor kurzem lediglich auf die mikroskopischen Objektive angewiesen, die aber, wie weiter unten besprochen wird, groſse Nachteile haben.

Objektive.

Leider darf bei Objektiven der gewöhnlichen Konstruktion und selbst den Anastigmaten, die Kameralänge ein gewisses Maſs nicht überschreiten, weil dann die Korrektion der verschiedenen Linsenfehler nicht mehr für die vergröſserten Bildabstände in der

Bildebene erfolgt. Daher ist bei keiner noch so sorgfältigen Einstellung ein scharfes Bild mehr zu erhalten. Um diesem Übelstande abzuhelfen, haben die Firmen Leitz und Zeiſs neue Objektive herausgegeben, welche speciell für Übersichtsbilder bei schwacher Vergröſserung bestimmt sind. Die neuen photographischen Objektive von Leitz (Fig. 141) werden in vier verschiedenen

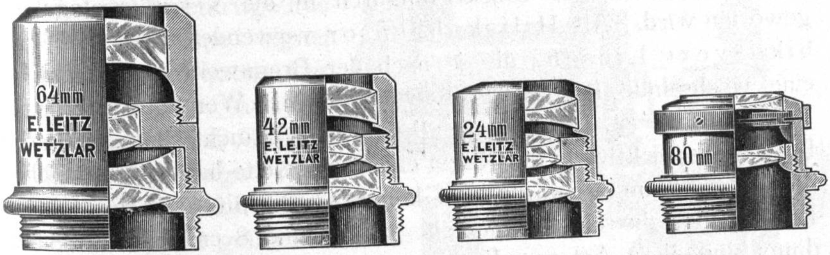


Fig. 141.

Brennweiten angefertigt. Die Schärfe der Zeichnung, Ebnung des Gesichtsfeldes, Focustiefe und groſse Lichtstärke sind vortrefflich, und es steht zu erwarten, daſs die Beseitigung eines geringen Farbenrestes bei der kleinsten Nummer noch gelingen wird. Nicht zum mindesten lobenswert ist der relativ sehr mäſsige Preis von 40 Mark. Dreifach höher im Preise stehen die Planare von Zeiſs, Fig. 142. Leider war es dem Verfasser bisher nicht möglich, ein Objektiv zur eigenen Prüfung zu erhalten. Gleichwohl mögen die Objektive hier Erwähnung finden, weil die von den wissenschaftlichen Mitarbeitern der Firma aufgenommenen Photogramme, welche Verfasser zu sehen Gelegenheit hatte, einen erheblichen Fortschritt gegen die bisher möglichen Bilder zeigten. Allerdings ist der Erwerb eines solchen Objektives ein Privilegium der oberen Zehntausend, da der gewöhnliche Sterbliche nicht leicht für ein Specialobjektiv 120 Mark ausgeben kann. Übrigens werden auch gröſsere Nummern ausgeführt für die gewöhnliche Photographie, deren Lichtstärke 1 : 3,6—1 : 4,5 beträgt.

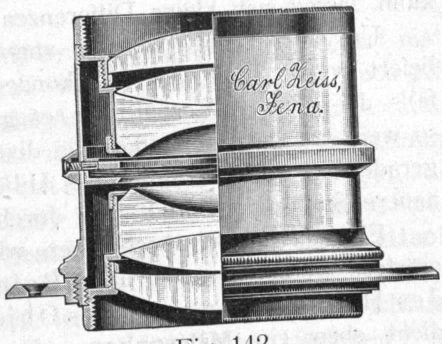


Fig. 142.

Beleuchtung bei schwachen Vergröſserungen.

Natürlich genügt der Kondensor des gewöhnlichen Vergröſserungsapparates jetzt nicht mehr, weil sein Öffnungswinkel zu klein ist. Um nun aber keines besonderen Apparates zu bedürfen, hilft

man sich folgendermaſsen: Der gewöhnliche Vergröſserungsapparat wird nach Entfernung des Objektives beibehalten, aber es wird durch seinen Kondensor die Lichtquelle nicht in das Vergröſserungsobjektiv projiziert, sondern in einige Entfernung vor dem Präparat. Das so entstehende Flammenbild ist nunmehr die eigentliche Lichtquelle, welche ihrerseits durch einen kleinen **Hilfskondensor** durch das zu vergröſsernde Objekt hindurch in die Vergröſserungslinse geworfen wird. Als Hilfskondensor verwendet man einfache bikonvexe Linsen, die je nach der Brennweite des Objektives eine wechselnde Brennweite haben müssen. Wer im Besitz eines Brillenkastens ist, findet darin alles, was er braucht. Da die kleinen Projektionsobjektive in der Regel eine Brennweite haben, die zwischen 35 und 75 mm schwankt, so kommt man mit zwei bikonvexen Linsen aus, die eine Brennweite von 5 und 8 cm haben. Allerdings sind diese Art von Kondensoren für starke Vergröſserungen wegen ihrer Linsenfehler sehr unvollkommen, und man thut besser, Kondensoren nach dem Typus der weiter unten besprochenen achromatischen zu benutzen. Als solche können aplanatische Lupen, wie sie bei den Präpariermikroskopen verwendet werden, in Benutzung kommen. Etwas weniger vollkommen, aber für viele Fälle genügend, sind die achromatischen Linsen der Operngläser. Dadurch, daſs durch den Vergröſserungsapparat die Lichtquelle mehr oder weniger nahe an den Hilfskondensor herangebracht werden kann, lassen sich kleine Differenzen der Brennweiten ausgleichen.

Hilfskondensor.

Um alles Licht, welches von dem Vergröſserungsapparat geliefert wird, durch den Hilfskondensor aufzufangen, verlegt man, falls die übrigen Verhältnisse es gestatten, das Flammenbildchen so weit vor letzteren, daſs die divergent weitergehenden Strahlen gerade die volle Öffnung des Hilfskondensors ausfüllen. Die genauere Stellung ermittelt man durch Versuche.

Anordnung des Apparates.

Ehe das jedoch besprochen wird, müssen die Hilfsmittel erörtert werden, welche zur Befestigung des Präparates, des Hilfskondensors, des Objektives u. s. w. dienen. Dazu dient eben ein **Mikroskop.** Das Präparat kommt auf den Objekttisch, das Objektiv an den Tubus in das Tubusgewinde, der Hilfskondensor wird unterhalb des Mikroskoptisches angebracht. Für die kurzbrennweitigen photographischen Objektive kann auch eine jener Vorrichtungen benutzt werden, wie sie zu den gewöhnlichen Vergröſserungsapparaten passend im Handel sind. Ein solcher Apparat ist in Fig. 143 abgebildet. Das für den Ansatz an den Vergröſserungsapparat bestimmte Rohr enthält einen Wasserkasten, der für die Benutzung bei elektrischem Lichte

bestimmt ist und unterhalb des Objekttisches, auf dem das Präparat durch zwei federnde Klammern festgehalten wird, drei verschieden brennweitige, in einer Rotationsblende gefaſste Hilfskondensoren. Die Objektive werden ebenfalls an einer Rotationsblende, die im gegebenen Beispiele für drei Objektive eingerichtet ist, angeschraubt. Derartige Projektionsmikroskope eignen sich für die schwache Vergröſserung schon aus dem Grunde, weil das Objektiv nicht an einem langen Tubus angesetzt ist, welcher Teile des vom Objektiv gelieferten Strahlenkegels abzublenden im stande wäre. Wer eins der erwähnten kurzbrennweitigen Objektive dauernd zu mikrophotographischen Aufnahmen benutzen will, thut gut, sich einen ähnlichen Hilfsapparat, wie den beschriebenen, für sein Mikroskopstativ oder auf einem besonderen Stativ einrichten zu lassen. Bringt man die Objektive direkt an den Tubus der gewöhnlichen Arbeitsmikroskope, so geht nahezu die Hälfte des Gesichtsfeldes verloren.

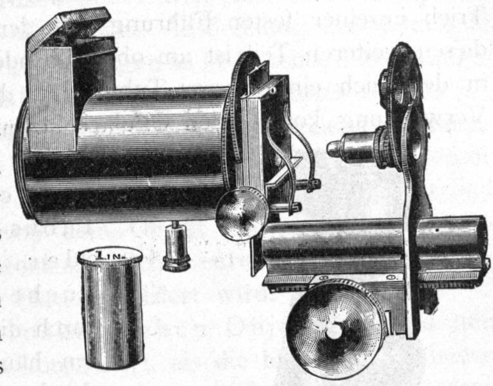


Fig. 143.

Das Mikroskop.

Für die *eigentlichen Mikroskopobjektive* bedarf man eines **Mikroskopstatives,** und wenn man schlieſslich auch mit jedem Stativ mikrophotographische Aufnahmen machen kann, so muſs man doch, um einen möglichst universellen Gebrauch zu ermöglichen, eines der *gröſseren Stative* wählen, welche zur *groben Einstellung* **Zahn** und **Trieb,** zur *feinen* eine sehr *exakt arbeitende* **Mikrometerschraube** besitzen. Der **Objekttisch** muſs hinreichend *groſs* und *durchaus senkrecht* zur optischen Axe sein. Von groſsem Vorteile ist eine mechanische Vorrichtung zur Bewegung des Präparates, insbesondere ist bei stärkeren Vergröſserungen ein **beweglicher Objekttisch** unentbehrlich, weil die feinen Verschiebungen des Präparates mit der Hand nicht leicht auszuführen sind und durch den dabei angewendeten Druck auf das ganze Mikroskop leicht die Einstellung unsicher werden kann. Zudem erleichtert die in der Regel angebrachte Mikrometerteilung dieser Tische das Wiederauffinden bestimmter Stellen des Präparates.

Stativ. — Objekttisch. — Bewegliche Objekttische.

Tubus.

Der **Tubus** des Mikroskopes muſs möglichst *weit* sein, um *Reflexe* im Innern zu vermeiden. Weit mehr, als man gewöhn-

Reflexe. lich glaubt, sind störende Reflexe die Ursache des Mifslingens von Aufnahmen. Die Innenfläche wird zwar mit mattem schwarzem Lacke angestrichen, aber mit der Zeit wird dieser Lack hart und glänzend. Bei den modernen gröfseren Mikroskopen besteht der Tubus aus zwei Teilen, von denen der weitere durch Zahn und Trieb in einer festen Führung mit dem Stativ verbunden ist. In diesen weiteren Teil ist am oberen Ende ein Einsatz eingeschraubt, in dem sich ein engeres Tubusrohr, dessen Weite durch die zur Verwendung kommenden Okulare bedingt ist, auf- und abschieben läfst. Es empfiehlt sich dringend, beide Teile des Tubus mit schwarzem Samt, oder rauhem schwarzen Tuche auszukleiden. Schon durch diese Vorsichtsmafsregel werden häufig die Bilder viel klarer, als ohne das.

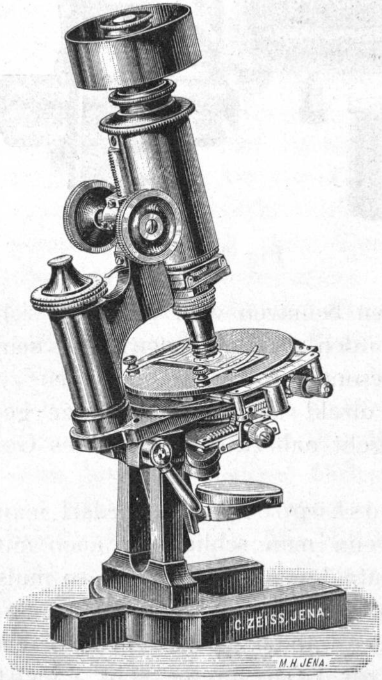


Fig. 144.

Am besten eignet sich für die Zwecke der Mikrophotographie das speciell zu diesem Zwecke von Zeifs konstruierte **mikrophotographische Stativ** (Fig. 144), bei dem der feste Teil des Tubus sehr kurz und ungewöhnlich weit gehalten ist, während das Auszugsrohr natürlich dieselbe Weite hat, wie das anderer Stative. Unbedingt nötig ist jedoch ein derartiges Stativ nicht, sondern es lassen sich auch mit den gewöhnlichen Stativen unserer ersten Firmen, wie Zeifs, Leitz, Reichert u. s. w., vollkommene Photogramme herstellen. Die Seibertschen Stative, bei denen die Mikrometerschraube nach unten zu angebracht ist, sind für die Zwecke der Photographie sehr unbequem.

Von gröfster Wichtigkeit für das gute Gelingen eines Photogrammes sind die **Objektive** und die dazu nötigen **Beleuchtungsapparate.**

Prinzip der Beleuchtung. Das **Princip der Beleuchtung** bleibt immer dasselbe, wie es schon besprochen wurde. Die Strahlen der Lichtquelle werden in der Regel nicht direkt benutzt, sondern erst, nachdem sie durch ein gröfseres Sammellinsensystem zu einem Flammen-

bildchen vor dem Hilfskondensor vereinigt worden sind. Durch diese Anordnung werden nicht nur mehr Lichtstrahlen wirksam als bei der Stellung der Lampe unmittelbar vor dem Mikroskopkondensor, sondern es wird auch die Erwärmung des Mikroskopes durch die Lichtquelle vermieden. Durch die Erwärmung des Mikroskopes tritt aber eine allmähliche Ausdehnung der Metallteile ein, wodurch für starke Vergröfserungen so bedeutende Einstellungsveränderungen erfolgen, dafs man kaum ein scharfes Bild zu erzielen vermag. Das durch den gröfseren Kondensor erzielte Flammenbildchen wird bei schwachen Vergröfserungen von dem Hilfskondensor durch das Objekt hindurch in die abbildende Linse projiziert und durch diese Linse selbst von dem Objekt ein vergröfsertes, umgekehrtes, reelles Bild entworfen, welches entweder direkt oder indirekt auf die empfindliche Platte projiziert wird.

Die eigentlichen mikroskopischen Objektive sind nun in manchen Punkten anders konstruiert, als die bisher besprochenen photographischen Linsen. Auf die genaue Theorie dieser Linsen und der mikroskopischen Abbildungen kann hier nicht eingegangen werden, so wünschenswert es auch wäre. Diese Erörterungen sind aber ohne mathematische Betrachtungen nicht möglich. Es kann daher nur ganz allgemein auf die wesentlichsten Hauptpunkte aufmerksam gemacht werden. Eine gute Abhandlung der theoretischen Grundlagen ist gegeben in Dippel: Das Mikroskop und seine Anwendung, Band I, deren Studium nicht nur jedem Mikroskopiker, sondern auch insbesondere jedem Mikrophotographen nicht dringend genug zu empfehlen ist. Die mikroskopischen Objektive.

Bei den mikroskopischen Objektiven war es bis vor kurzem nicht möglich, eine vollständige Vereinigung der verschiedenfarbigen Lichtstrahlen zu erreichen. Erst neuerdings ist man diesem Ziele durch die Abbé-Zeifsschen **Apochromate** erheblich näher gekommen. Da nun aber die wenigsten Mikroskopiker Apochromate besitzen, so müssen auch die Verhältnisse bei den gewöhnlichen **Achromaten** besprochen werden. Es ist in vielen Fällen möglich, bei geschickter Anwendung dieser Systeme nicht nur gute, sondern in mancher Hinsicht bessere Photogramme herzustellen, wie mit Hilfe der Apochromate. Apochromate.

Die Achromate sind Kombinationen von mehreren Linsen, die je nach der gewünschten Vergröfserung, denselben Bildabstand vorausgesetzt, eine immer kürzere Brennweite erhalten. Der Bildabstand, für den die Objektive berechnet sind, wird von dem Optiker unter der Bezeichnung »Tubuslänge« angegeben. Diese mechanische Tubuslänge wird gerechnet von der Ansatzfläche des Eigenschaften d. Apochromate. Tubuslänge.

Objektives am unteren Ende des Tubus bis zum oberen Rande, wo das Okular aufliegt. Für die bei uns auf dem Kontinent üblichen Mikroskopstative beträgt diese Tubuslänge 160 mm. Das heiſst mit anderen Worten, das durch ein am Tubus angeschraubtes System von einem Objekt erzeugte Bild liegt 160 mm über der Ansatzstelle. Die genaue Einhaltung wird ermöglicht durch eine an dem beweglichen Tubusteil angebrachte Millimeterskala oder Strichmarke.

Lage des reellen Bildes.

Bei der Betrachtung mittelst Okulares wird diese Bildweite noch modifiziert durch die Kollimatorlinse des Okulars. Das reelle Bild liegt dann an der Stelle, wo die Blende innerhalb des Okulars angebracht ist. Wollte man also absolut streng verfahren, so müſste auch die photographische Platte an dieser Stelle sich befinden, oder wenn ohne Okular gearbeitet wird, am oberen Rande des auf 160 mm ausgezogenen Tubus. Dadurch würde man aber nur sehr kleine Bilder von wenigen Millimetern Ausdehnung erhalten.

Bei der Okularbetrachtung wird das Bild in der Ebene der Blende durch die Augenlinse des Okulars wie mit einer Lupe betrachtet. Soll nun das Bild als reelles projiziert werden auf eine weiter abstehende Fläche, so kann dies geschehen ebenfalls mit Hilfe der Augenlinse des Okulars. Sie wirkt als Lupe, wenn das Bild, oder, was dasselbe sagt, die Blendenebene, von der Linse gerechnet, innerhalb ihrer vorderen Brennweite liegt. Soll sie als Projektionssystem dienen, so muſs sie von der Blende weiter entfernt werden, damit diese nicht mehr innerhalb der Brennweite, sondern jenseits derselben liegt. Eine derartige Verschiebung ist nun bei gewöhnlichen Okularen nicht möglich, wohl aber mit Leichtigkeit auszuführen bei den sog. Mikrometerokularen (Fig. 145), bei denen die Augenlinse, behufs Anpassung an die Sehweite des Beobachters, verstellbar ist. Es läſst sich übrigens auch ein Bild projizieren ohne diese Verschiebung der Okularlinse. Es dient dann Objektiv und ganzes Okular als ein System. Das wird ermöglicht dadurch, daſs man den Abstand des Objektivs vom Präparat vergröſsert. Dadurch wird auch das Bild verlagert und kommt nicht mehr in die Ebene der Blende zu liegen, sondern in eine Stellung, welche der vorher angedeuteten entspricht. Die auf diese Art erzeugten Mikrophotogramme fallen in der Regel viel weniger gut aus, als die auf die

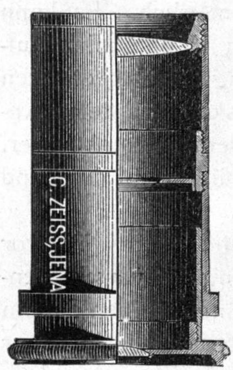


Fig. 145.

vorher angedeutete Weise erzeugten, weil die bei der Berechnung der Korrektion der Linsenfehler angenommene Beziehung zwischen Bildweite und Objektabstand, sowie die Beziehungen zwischen Objektiv und Okular nicht mehr die gleichen sind. Da aber die Okularlinse nur eine einfache plankovexe ist, so sind die von ihr erzeugten Bilder nicht sehr vollkommen. Übrigens kann man auch das Bild des Objektivs allein auf die Platte projizieren und auf diese Weise unter Umständen gute Resultate erreichen. Das beruht auf dem besonderen Konstruktionstypus der Achromate. Dazu sind aber besondere Vorkehrungen nötig.

Bilder bei Verwendung von Achromaten.

Die Bilder, welche die Objektive allein liefern, sind weder völlig farbenrein, noch auch korrekt sphärisch und astigmatisch korrigiert und haben eine ziemliche Wölbung des Bildfeldes. Bei den Achromaten sind nur die helleren, optisch wirksamen Farben, die gelben und grünen, zu einem Bilde vereinigt, während beispielshalber die roten und blauen Strahlen des weifsen Lichtes sich an anderen Stellen vereinigen. Dadurch entstehen verschiedenfarbige Bilder übereinander. Diese Bilder liegen in der Axe an ihrer nächsten Nachbarschaft in einer Ebene zusammen, sind aber nicht gleich grofs, sondern das blaue Bild ist das gröfste, das rote das kleinste. Man bezeichnet das als »chromatische Differenz der Vergröfserung«. Für die aufserhalb der Axe liegenden seitlichen Bildteile sind diese Bilder aber auch nicht einmal mehr in eine Ebene zu bringen; die einzelnen Bilder liegen hintereinander. Dazu kommt nun noch die sphärische und die durch die zur Axe geneigten Strahlen erzeugte astigmatische Abweichung. Das vom Objektiv allein erzeugte Bild ist also folgendermafsen beschaffen, wenn wir als Repräsentanten der verschiedenen Farben nach Ausblendung der übrigen nur Rot, Grün und Blau betrachten: Eine relativ kleine, centrale Partie besteht aus drei in einer Ebene liegenden Bildern, einem sehr hellen, durch die Vereinigung der gelben und grünen Strahlen erzeugten, einem kleineren roten und einem gröfseren blauen Bilde. Nach dem Rande zu sind diese Bilder in immer stärkerem Mafse seitlich und hintereinander verschoben. Das Auge übersieht die centralen Nebenbilder bis auf einen kleinen bläulichen Schein an der Peripherie des Bildes, aber nicht die photographische Platte, welche ja für die blauen Strahlen empfindlicher ist, als das Auge. Wären alle Farben gleich wirksam, so bekäme man von einem kleinen Kreise im Objekt auf der Platte, in der Nähe der optischen Axe des Vergröfserungssystems, unter den angenommenen Verhältnissen drei verschiedene konzentrische Kreise von gleicher Schärfe. Seitlich

von der Axe gelegene kleine Kreise würden im Bilde nicht nur verschiedene Gröſsen, sondern auch verschiedene Schärfen und infolge der astigmatischen Fehler auch verschiedene Gestalt haben. Ein Teil dieser Bildfehler läſst sich noch durch entsprechende Anordnung der Kollimatorlinsen des Okulars verbessern, insbesondere die chromatische Differenz der Vergröſserung für die Okularbetrachtung auf ein Minimum reduzieren. Die Blende des Okulars hat den Zweck, die allzu seitlich gelegenen, unvollkommen korrigierten Teile des Bildes abzuhalten.

Bilder der Apochromate.

Noch bei weitem empfindlicher gegen Abweichungen von den berechneten Verhältnissen als die Achromate sind die **Apochromate.** Bei ihnen ist der Rest der Farbendifferenz in der Axe zum weitaus gröſsten Teile behoben und die Vereinigung der verschiedenfarbigen Lichtstrahlen über das ganze sichtbare Spektrum erfolgt. Auch die Randpartieen des Bildes sind vollkommener korrigiert als bei den Achromaten, aber diese vollkommenere Korrektion bedingt, namentlich bei den schwächeren Nummern (16 mm), einen andern, äuſserst störenden Übelstand, eine sehr starke Wölbung des Gesichtsfeldes. Für die Okularbetrachtung schadet das wenig, weil durch die Benutzung der Mikrometerschraube die einzelnen Bildabschnitte nacheinander eingestellt werden können und das Auge sich in gewissen Grenzen accomodiert. Für die Mikrophotographie ist diese stärkere Gesichtsfeldwölbung aber sehr störend, weil hier immer bloſs eine ganz bestimmte Ebene abgebildet werden kann.

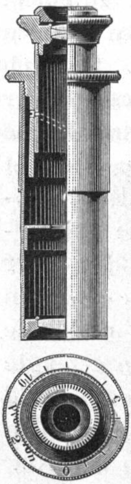


Fig. 146.

Die vollkommenere Korrektion der Apochromate wird aber nicht durch die Konstruktion des Objektivs allein bedingt, sondern zu einem ganz erheblichen Teile noch durch die Okularlinsen. Die Apochromate sind, wenn sie ihre höhere Leistungsfähigkeit beweisen sollen, mit den für sie berechneten **Kompensationsokularen** zu kombinieren. Während man die Achromate in der Photographie unter den später zu erörternden Maſsregeln für sich verwenden kann, erfordern die Apochromate sämtlich unbedingt die Benutzung eines Okulares. Aber selbst die Kompensationsokulare sind für die Projektion des Bildes nicht besonders geeignet, weil sie berechnet sind für die Tubuslänge von 160 mm, während bei der Photographie das Bild in weit erheblicherer Entfernung entworfen wird. Wollte man hier so verfahren, wie bei den vorhin besprochenen Okularen, so würden die Fehlerkorrektionen meist

Kompensationsokulare.

weit erheblicher geschädigt werden als bei den Achromaten, und die Bilder unbrauchbar. Deshalb hat Abbé für die Benutzung der Apochromate zur Mikrophotographie besondere Okulare konstruiert, die sog. **Projektionsokulare**, wie in Fig. 146 ein solches abgebildet ist. Das Projektionsokular besteht aus der Kollimatorlinse eines Kompensationsokulares, einer Blende im Innern und einer Linsenkombination, welche nach Art der gewöhnlichen photographischen Objektive konstruiert ist. Mit Hilfe dieser Linse wird das in der richtigen Entfernung vom Objektiv, also in der Ebene der Okularblende, liegende Bild auf die empfindliche Schicht projiziert. Zur Anpassung an die verschiedenen Kameralängen ist die Projektionslinse so gefalst, dals sie durch Drehen heraus- oder hineinbewegt werden kann.

Projektionsokulare.

Aulser der Empfindlichkeit der Apochromate für Abweichungen von der richtigen Tubuslänge kommt noch hinzu die für die **Deckglasdicke.** Für die gewöhnlichen Objektive muls man eine mittlere Dicke der Deckgläser von ca. 0,15 mm wählen. Die stärkeren Trockensysteme von 3 und 4 mm äquivalenter Brennweite werden nur mit einer **Korrektionsfassung** geliefert. Wenn diese Objektive nicht sehr sorgfältig auf die Deckglasdicke korrigiert werden, so geben sie recht mangelhafte Resultate. Leider ist aber gar vielen Mikroskopikern der Sinn und die Benutzung eines Korrektionsobjektivs ein Rätsel. Ein solches Objektiv ist in Fig. 147 abgebildet. Der mittlere Teil der Fassung, *bb*, ist drehbar um die optische Axe und gestattet, die Entfernung der beiden oberen Linsen von den unteren zu ändern. Durch eine Teilung und Strichmarke ist die für jede Stellung des Ringes erforderliche Deckglasdicke unmittelbar abzulesen. Da nun bei den meisten fertigen Präparaten die Deckglasdicke unbekannt ist, so ermittelt man sie bei jedem Präparate rein empirisch durch Versuche. Das gelingt bei einiger Übung sehr leicht und schnell. Zu den ersten Versuchen wählt man recht zarte Präparate, z. B. Geilselpräparate von Bakterien, oder eine feine Diatomeenschale. Späterhin sucht man in dem Präparat möglichst zarte, scharfbegrenzte Details heraus. Man dreht zunächst den Ring bis zu dem einen Anschlage und bewegt ihn dann rückwärts unter fortwährender scharfer Einstellung mit Hilfe der Mikrometerschraube. Weicht die Stellung des Korrektionsringes erheblich von der richtigen ab, so ist es ganz unmöglich, ein scharfes und farbenreines

Deckglasdicke.

Korrektionsfassung.

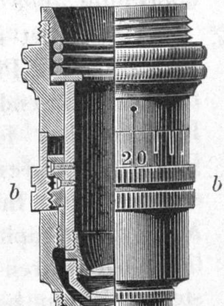


Fig. 147.

Handhabung dieser Objektive.

Bild einzustellen. Die Geifseln oder Diatomeenzeichnungen sind verschwommen und farbig. Durch allmähliches Drehen ermittelt man diejenige Stellung des Ringes, bei der die reinste und schärfste Zeichnung auftritt. Das erfordert bei einiger Übung kaum eine Minute Zeit und geschieht bei wiederholten Versuchen so genau, dafs die verschiedenen Einstellungen kaum um 1—2 Zehntel eines Teilungsintervalles voneinander abweichen. Die gefundene Deckglasdicke notiert man sich alsdann am besten mit Hilfe eines Schreibdiamanten auf dem Objektträger. Es sei darauf aufmerksam gemacht, dafs als Deckglas auch das Einschlufsmittel, z. B. der Kanadabalsam, wirkt, welcher zwischen der Oberfläche des Präparates und dem Deckglase liegt. Man hüte sich daher, die Einschlufsmittel zu reichlich anzuwenden. Es kommt bei wenig Geübten nicht selten vor, dafs bei Benutzung von dickem Kanadabalsam die Schicht so dick ist, dafs sich das Präparat mit einem starken System überhaupt nicht einstellen läfst. Durchaus verwerflich ist fernerhin die schräge Lage des Deckglases. Sie führt zur Unschärfe und bei stärkeren Vergröfserungen, wie sich Verfasser durch Versuche überzeugt hat, unter Umständen zur Verdoppelung aller Konturen.

Herstellung guter Präparate.

Überhaupt ist auf die **Herstellung von Präparaten**, die mit Hilfe der Photographie abgebildet werden sollen, grofse Sorgfalt zu verwenden. Man kann ruhig behaupten, dafs die Hälfte des Erfolges bei der Mikrophotographie auf Rechnung der guten Beschaffenheit des Präparates zu setzen ist. In den Augen vieler Nichtmikrophotographen ist die Mikrophotographie deshalb unvollkommen, weil sie es nicht ermöglicht, nach ihren schlechten Präparaten gute Photographieen herzustellen. Man behalte stets im Auge, dafs das Präparat bei der photographischen Abbildung weder verschoben, noch durch die Mikrometerschraube verschieden eingestellt werden kann. Daher sind solche Stellen auszusuchen, welche die charakteristischen Punkte möglichst in einer Ebene nebeneinander zeigen. Die

Dicke der Schnitte.

Schnitte müssen um so dünner sein, je stärkere Vergröfserungen in Anwendung kommen sollen, weil die Focustiefe der Systeme bei steigender Eigenvergröfserung stark abnimmt. Die über oder unter der eingestellten Ebene liegenden Dinge tragen durch ihre Unschärfe zur Undeutlichkeit und Unübersichtlichkeit des Bildes bei. Die äufserste zulässige Dicke eines Schnittes variiert je nach der Vergröfserung zwischen 10 μ für schwache, 5 μ für starke Vergröfserungen, und für Immersionen sollten die Schnitte noch dünner sein. Desgleichen müssen die Schnitte natürlich um

so dünner sein, je mehr Einzelheiten in den Zellen oder Kernen dargestellt werden sollen. Es können durch unscharfe Teile ober- und unterhalb der eingestellten Ebene leicht Details vorgetäuscht werden. Bei der Darstellung so zahlreicher Einzelheiten, wie sie in vielen Zellen nach der Altmannschen Färbung auftreten, dürfen die Schnitte häufig die Dicke von 1 μ kaum übersteigen. Wie sich unscharfe Dinge darstellen, zeigt Fig. 14, wo sie sich wegen der Schichtdicke nicht vermeiden ließen.

Selbstverständlich müssen die Schnitte durchaus glatt liegen, weil Falten und Unebenheiten Unschärfe im Bilde erzeugen. Aus diesem Grunde sind Celloïdinschnitte für die mikrophotographische Darstellung wenig geeignet. Am besten werden daher die Präparate in Paraffin eingebettet, die möglichst dünnen Schnitte auf warmem Wasser gestreckt und nach der sog. japanischen Methode auf koaguliertem Eiweiß mit Wasser aufgeklebt. Einbettung.

Von erheblicher Bedeutung ist auch die Färbung der Schnitte. Sie soll recht distinkt sein und im ganzen etwas kräftiger, als sie für die Okularbetrachtung erforderlich ist. Blaßgefärbte Präparate geben blasse, kontrastlose Bilder. Gute Färbungen sind Hämatoxylin-Eosin, die van Giesonsche Färbung mit Hämatoxylin- und Säure-Fuchsin-Pikrinsäure u. a. m. Karminfärbung ist nicht besonders günstig, und man sehe hier darauf, daß die Färbung möglichst intensiv wird. Manche Farbengemische, wie z. B. Biondi-Haydenhain u. s. w. geben ebenso blaße Bilder wie Präparate. Weit besser ist die mit Ehrlichschem Triacid. Bei **Bakterienpräparaten** wählt man Stellen, bei denen der Grund möglichst sauber ist und die Organismen selber recht kräftig gefärbt sind. Die besten Färbungen sind hier die mit roten und violetten Farbstoffen, während mit blauen, namentlich in geringer Konzentration, keine besonders guten Resultate zu erzielen sind. Wie schon erwähnt, achte man darauf, daß möglichst wenig Einschlußmittel und nicht zu dicke und dünne Deckgläser benutzt werden. Bei Korrektionsobjektiven ist die Korrektur auf Deckglasdicke unbedingt erforderlich. Auch vermeide man zu dicke Objektträger. Färbung.

Die **Beleuchtung der mikroskopischen Präparate durch den Hilfskondensor** weicht nun in einem Punkte ziemlich erheblich von der bisher besprochenen Beleuchtungsart ab. Bei der gewöhnlichen Vergrößerung wurde schon auf den Zusammenhang des Öffnungswinkels von Objektiv und Kondensor hingewiesen. Die besten Resultate wurden erreicht, wenn diese beiden Winkel gleich waren, und das war erreicht, wenn der Beleuchtungskegel Apertur des Beleuchtungskegels.

die volle Öffnung der hinteren Linse ausfüllte. Anders liegen aber die Verhältnisse bei den mikroskopischen Objektiven. Diese geben, wie die Erfahrung lehrt, die besten Resultate, wenn nur etwa $^1/_3$ ihrer Apertur ausgenutzt wird. Unter **numerischer Apertur** versteht man nach Abbé das Produkt aus dem halben Öffnungswinkel des Objektivs und dem Brechungsexponenten des zwischen Frontlinse des Objektivs und dem Deckglase befindlichen Mediums, als Formel geschrieben: num. Ap. $a = n. \, sin. \, \frac{u}{2}$. Von der Apertur sind eine Reihe von Eigenschaften der Objektive abhängig. So wird das Auflösungsvermögen, d. h. die Erkennung feiner Details, nebeneinander direkt, das Tiefenunterscheidungsvermögen, die Erkennung der Details, hintereinander, umgekehrt, die Helligkeit der Bilder bei gleicher Vergröſserung dem Quadrate der Apertur proportional. Man könnte vielleicht glauben, daſs die Definition durch die stärkere Vergröſserung, welche die Objektive mit höherer Apertur geben, bedingt wird. Dem ist aber nicht so. Die Vergröſserung läſst sich, wie weiter unten besprochen wird, bei der Photographie dadurch steigern, daſs man einen längeren Kameraauszug benutzt. Dadurch treten aber keine neuen Details in die Erscheinung, sondern die vorhandenen werden nur entsprechend weiter auseinandergezogen. Man kann also z. B. bei Diatomeenpräparaten die Auflösung der feinen Strukturen nicht dadurch erreichen, daſs man längere Kameraauszüge benutzt, sondern nur durch stärkere Objektive mit gröſserer Apertur.

Bei der Okularbetrachtung kann man bei einem und demselben Objektiv je nach Bedürfnis einen etwas gröſseren oder kleineren Beleuchtungskegel anwenden, bei der Photographie aber muſs man stets den kleinsten, zulässigen Beleuchtungskegel für jedes Objektiv ausfindig machen, um ein möglichst gut definiertes Bild zu erhalten. Sind bei diesem Beleuchtungskegel die gewünschten Einzelheiten nicht zu sehen, so nimmt man ein stärkeres Objektiv, dem dann auch eine höhere Apertur und dieser ein gröſserer Beleuchtungswinkel entspricht.

Ebenso wie das Definitionsvermögen wird die Helligkeit des Bildes durch die Verkleinerung der Apertur der Beleuchtungskegel vermindert. Dadurch wird natürlich die Expositionszeit gesteigert, und mancher Anfänger kommt in die Versuchung, die Apertur unnütz groſs zu wählen, um ein möglichst helles Bild zu erhalten. Aber mit der Helligkeit des Bildes nimmt seine Schärfe in diesen Fällen erheblich ab. Durch die Verkleinerung der Apertur

der Beleuchtungskegel wird die Tiefenwirkung gesteigert und damit auch gleichzeitig die Wölbung des Gesichtsfeldes vermindert; das ist das einzige Mittel zur Beseitigung dieses Linsenfehlers in der Mikrophotographie. Eine zu starke Verkleinerung der Apertur führt andererseits zu **Beugungserscheinungen,** welche sich auf dem Photogramm als mehrfache Konturen feiner Linien äufsern. Diese Beugungserscheinungen sind ebenso zu vermeiden, wie die nachteiligen Wirkungen der grofsen Aperturen. Es kommt in der Mikrophotographie nicht darauf an, ein möglichst helles Bild zu erzielen, sondern ein möglichst scharfes und gut detailliertes. Wie man die Apertur reguliert, wird weiter unten besprochen.

Da die stärkeren Objektive alle eine ziemlich kurze Brennweite von wenigen Millimetern haben, so mufs man auch einen entsprechenden, kurzbrennweitigen **Kondensor** wählen, der aufserdem noch die Möglichkeit giebt, die Beleuchtungskegel innerhalb der gewünschten Grenzen zu regeln. Bei der Okularbetrachtung dient dazu der Abbésche Beleuchtungsapparat, der eine Apertur bis zu 1,40 anzuwenden gestattet. Die Einengung der Beleuchtungskegel geschieht durch die unterhalb des Kondensors angebrachte Irisblende. Die Aperturen, welche 1,0 überschreiten, können nun mit dem Abbéschen Beleuchtungsapparat nicht erreicht werden, wenn sich zwischen Kondensor und Präparat Luft befindet. Soll die volle Öffnung ausgenutzt werden, — wie dies aber nur bei den homogenen Immersionen möglich und wünschenswert ist, — so mufs die Frontlinse des Kondensors mit der unteren Seite des Objektträgers durch einen Tropfen Öl, z. B. Immersionsöl oder Wasser, verbunden werden. Für die Photographie kommen Aperturen von 1,40 nur in ganz seltenen Fällen zur Verwendung. Sie werden eigentlich nur gebraucht bei ganz schwierigen Diatomeen. Alle übrigen Präparate aus dem Gebiete der Histologie, Bakteriologie u. s. w. erfordern kaum jemals eine höhere Apertur als 1,0. Der Abbésche Kondensor in seiner gewöhnlichen Form hat eine sehr kurze Brennweite und ist infolgedessen für die Zwecke der Photographie nur bei den stärksten Trockensystemen und den Ölimmersionen zu gebrauchen. Aufserdem liefert er aber ein Flammenbildchen, welches nach keiner Richtung hin, also weder chromatisch, noch sphärisch oder sonstwie korrigiert ist. Er liefert daher nicht ein Bild, sondern eine Anzahl verschiedener hintereinander gelagerter. Das führt dazu, dafs das Bild im Mikroskop bei gewissen Einstellungen gleichsam vom Lichte überflutet erscheint, sodafs feinere Strukturen unsichtbar

Der Hilfskondensor.

Abbéscher Kondensor.

werden. Man benutzt daher bei der Okularbetrachtung möglichst kleine Aperturen des Kondensors, wenn es sich um Erkennung feiner Strukturen handelt. Sollen dagegen sehr stark gefärbte Einzelheiten besonders deutlich und die weniger intensiv gefärbten möglichst zum Verschwinden gebracht werden, so nimmt man eine stärkere Apertur. Aus diesem Grunde beobachtet man beispielshalber Bakterien, Granula u. dergl. bei möglichst weit geöffnetem Kondensor.

Der achromatische Kondensor.

Um ein besseres Bild der Lichtquelle und damit eine reinere Abbildung des Objekts zu erreichen, hat Zeifs den in Figur 148 abgebildeten **achromatischen Kondensor** konstruiert, welcher ein nahezu farbenreines und ebenes Bild liefert. Ursprünglich wurde dieser Kondensor für die Benutzung der Sonne als Lichtquelle konstruiert, aber er läfst sich auch mit gröfstem Vorteile für alle anderen Lichtquellen verwenden. Die gröfste Apertur, die mit ihm erreicht werden kann, beträgt 1,0. Die Regulierung der Beleuchtungskegel erfolgt durch eine Irisblende, welche innerhalb des Kondensors zwischen den Linsen angebracht ist. Dieser Apparat wird in denselben Ring des Beleuchtungsapparates eingesetzt, welcher den gewöhnlichen Abbéschen Kondensor trägt, und zwar nicht, wie dieser, von unten, sondern von oben her. Um eine möglichst exakte Centrierung herbeizuführen, ist der achromatische Kondensor in einer entsprechenden Fassung befestigt und läfst sich durch zwei unter 120° zu einander stehende Schrauben mit Leichtigkeit centrieren. Die Brennweite ist eine etwas gröfsere, als beim Abbéschen Kondensor, und dadurch, dafs man dem Flammenbildchen, welches durch den grofsen Kondensor entworfen wird, eine nähere oder weitere Entfernung vor diesem Hilfskondensor giebt, läfst sich die Spitze des Beleuchtungskegels so weit nach vorn legen, dafs er auch noch für die mittleren Apochromate und Achromate brauchbar bleibt.

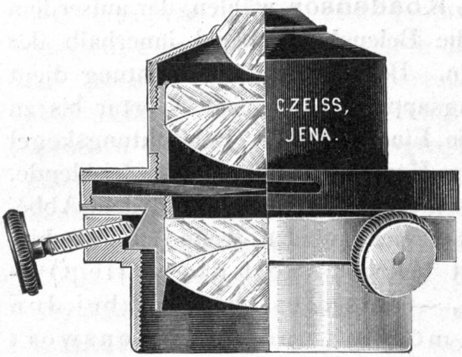


Fig. 148.

Ersatz des Kondensors durch Objektive.

Unbedingt nötig ist dieser Kondensor nur für die stärksten Trockensysteme und die homogene Immersion. Für die schwächeren und mittleren Trockensysteme kann man sehr bequem gewöhnliche mikroskopische Objektive als Kondensoren ver-

wenden. Man wählt für die Objektive dasjenige schwächere als Kondensor, welches ungefähr die entsprechende Apertur, also eine um ca. $^2/_3$ kleinere als das abbildende besitzt. Um diese Objektive als Kondensoren verwenden zu können, werden sie in einer ähnlichen Centriervorrichtung am Abbéschen Beleuchtungsapparat eingeschoben, wie sie auch der achromatische Kondensor besitzt (Fig. 149). Das Gewinde bei *c* dient zum Anschrauben der Objektive, die Schraube *a* und die nur im Querschnitt getroffene *b* zum Centrieren. Die Einschraubhülse ist verschiebbar. Die Verwendung von schwachen Mikroskopobjektiven als Kondensoren ist von gröſstem Vorteile bei allen Objektiven bis zu 0,7 Apertur und Verf. gebraucht sie stets. Um ein Beispiel anzuführen, wird für die Zeiſsschen Objektive *AA* und *B* a_3 als Kondensor verwendet. Für *D* : *A*. Auch für Apochromate sind die genannten Objektive vorzügliche Hilfskondensoren.

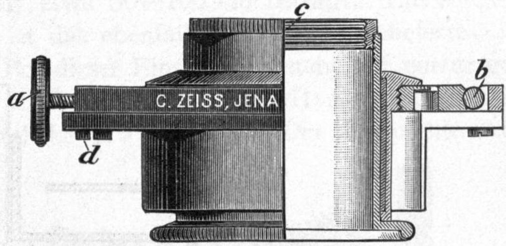


Fig. 149.

Die mikrophotographische Kamera. Verbindung von Kamera und Mikroskop.

Schlieſslich bleibt nun noch die eigentliche **photographische Kamera** zu besprechen. Hierbei ist eine unerläſsliche Forderung, daſs Mikroskop und Kamera zwar lichtdicht miteinander verbunden werden, aber so, daſs sich keine Erschütterung von der Kamera zum Mikroskop fortsetzen kann. Es darf also keine starre Verbindung bestehen. Sobald dies der Fall ist, wird beim Herausnehmen der Visierscheibe, dem Einsetzen der Kassette durch die unvermeidlichen Erschütterungen die Einstellung des Präparates verändert und schon bei mittleren Vergröſserungen es unmöglich gemacht, ein scharfes Bild zu erhalten. Aus diesem Grunde vermeide man alle Kameras, die direkt auf dem Mikroskoptubus aufgesetzt werden. Sie haben auſserdem den Nachteil, durch ihr Gewicht den Tubus stark zu beschweren, wodurch ebenfalls die Einstellung nachträglich leicht sich verändert. Am besten ist die Verbindung, welche Zeiſs vorgeschlagen hat und die in Figur 150 schematisch dargestellt ist. Die beiden ineinander greifenden Hülsen, von denen die eine auf das obere Ende des Tubus aufgesetzt wird, während die andere am Stirnteile der Kamera befestigt ist, lassen, wenn sie ineinander geschoben sind, kein Licht auf die Platte gelangen, selbst wenn sie sich an keiner

Stelle berühren. Wem diese Verbindung nicht zu Gebote steht, oder wer nach Abnahme des herausziehbaren Teiles des Tubus Aufnahmen machen will, benutzt als Verbindung zwischen Kamera und Mikroskop einen **Tuchärmel**, der locker am Tubus mittelst eines Gummiringes und ebenso an der Kamera festgehalten wird.

Reisekamera.

Als **Kamera** selbst kann jede beliebige gute Reisekamera dienen. Es ist zweckmäſsig, sie womöglich nicht auf denselben Tisch zu stellen, auf dem das Mikroskop steht, weil sie sonst leicht Erschütterungen erfährt. Eine Erschütterung der Kamera ist

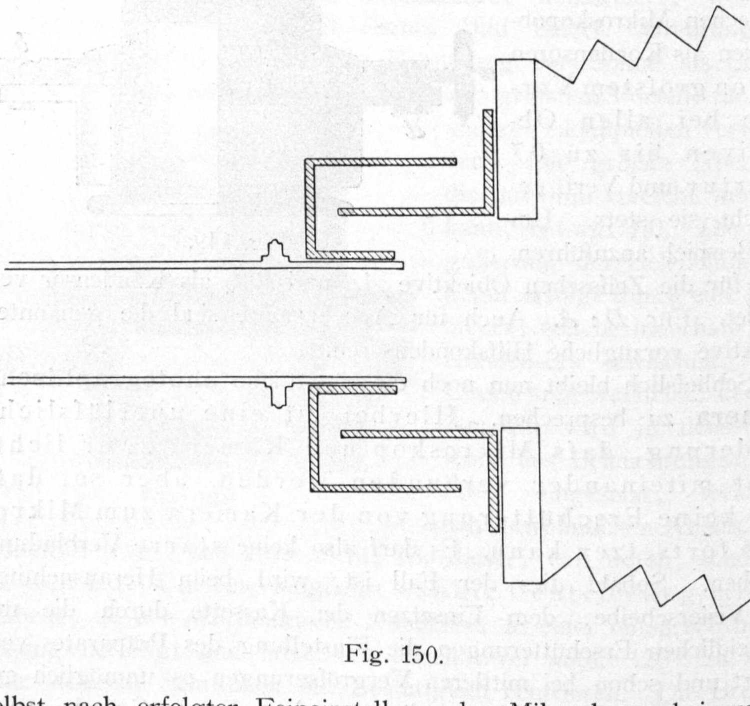


Fig. 150.

selbst nach erfolgter Feineinstellung des Mikroskopes bei weitem nicht so gefährlich, wie die leiseste Berührung des Mikroskops.

Spezialkameras.

Ebenso wie die Vergröſserungen werden bei weitem die meisten Mikrophotographieen bei horizontal liegender optischer Axe gemacht. Infolgedessen sind auch die meisten gröſseren Kameras, welche speciell für mikrophotographische Zwecke konstruiert sind, horizontal angeordnet. Derartige groſse Kameras, die in der Regel 1,5—2 m Auszugslänge besitzen, werden geliefert von Zeiſs, Seibert u. A. Diese Kameras haben sämtlich einen Fehler. Sie stehen nämlich auf einem Gestell mit vier Füſsen. Ein derartiges vierfüſsiges Gestell genau horizontal aufzustellen, ist eine

sehr mühsame und unsichere Arbeit, während Tische mit drei Beinen auch auf unebenem Boden an sich fest stehen und mit Leichtigkeit durch Fuſsschrauben horizontal zu stellen sind. Wer sich eine derartige Kamera neu anschafft, stelle als conditio sine qua non die Montierung auf drei Füſsen. Neuerdings hat Zeiſs diese Forderung erfüllt.

Francotte's Kamera.

Die langen Auszüge der genannten Kameras sind nun keineswegs unbedingt nötig, sondern werden nur in Ausnahmefällen gebraucht, und man kommt daher auch mit einem kürzeren Apparat aus, bei dem der Auszug etwa 50—100 cm beträgt. Ein solches Modell (nach Francotte) ist das ebenfalls von Zeiſs gelieferte, in Figur 151 abgebildete. Bei dieser Einrichtung steht auf einem gemeinsamen Laufbrett ein dreifüſsiges Gestell *B* für das Mikroskop und die eigentliche Kamera *K*. Der lichtdichte Ab-

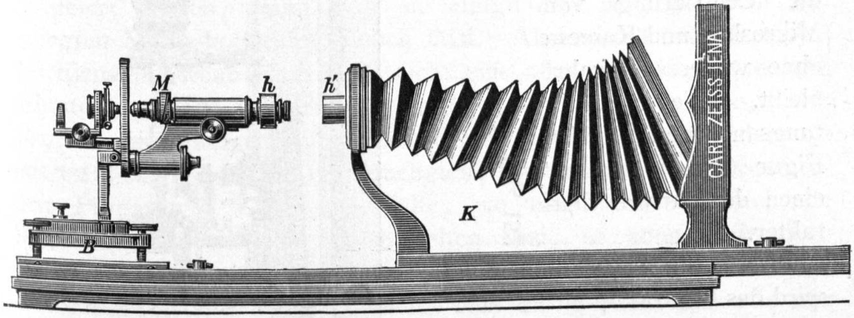


Fig. 151.

schluſs zwischen Kamera und Mikroskop wird ebenfalls durch die beiden schon erwähnten Hülsen hh^1 erreicht. Dies Modell ist sehr kompendiös, hat aber den Nachteil, daſs Kamera und Mikroskop durch das gemeinsame Laufbrett so miteinander verbunden sind, daſs die Erschütterung der Kamera auf das Mikroskop übertragen werden kann. Neuerdings hat daher Zeiſs ein ähnliches Modell, welches in Figur 152 abgebildet ist, konstruiert. Hierbei ist zwar auch eine feste Verbindung zwischen Kamera und Untersatz für das Mikroskop vorhanden, aber doch in einer Weise, daſs Erschütterungen nur bei sehr unvorsichtigem Umgehen mit dem Apparate möglich sind. Der Untersatz für das Mikroskop steht auf drei für sich einstellbaren Füſsen auf einer dreieckigen, guſseisernen Unterlage und wird in seiner centrischen Stellung durch eine centrale Feder festgehalten. Um diese centrale Axe ist der Dreifuſs drehbar. Diese Drehbarkeit erleichtert die Einstellung des Präparates im Mikroskop selber, wenn die Kamera vertikal ge-

Zeiſs' kleine Kamera.

braucht wird. Die Kamera ist an einer cylindrischen, kräftigen, eisernen Laufschiene angebracht und ist sowohl vertikal, wie horizontal zu benutzen. Durch den kräftigen Bau und die immer hin etwas elastische Laufschiene für die Kamera werden Übertragungen von Erschütterungen vermieden, und man hat den durch die feste Verbindung der Kamera mit dem Mikroskopuntersatz bedingten Vorteil, daſs die Centrierung von Mikroskop und Kamera ohne weiteres gewahrt bleibt. Die Beleuchtungsanordnung in der Figur hat wohl nur einen dekorativen Charakter.

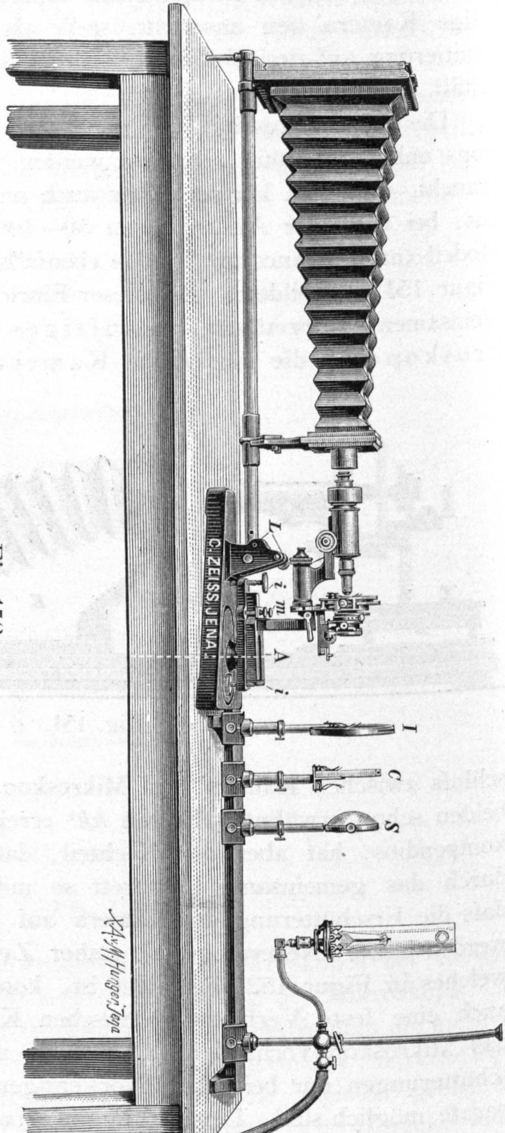


Fig. 152.

Handhabung.

Bei diesem Apparate wird das Mikroskop mit seinem Hufeisenfuſs genau in die für die verschiedenen groſsen Mikroskope (Stative 1—4 von Zeiſs) angebrachten Marken aufgesetzt und durch eine Querleiste festgeschraubt. Dann legt man das Mikroskop um und bringt durch Verstellung der Fuſsschrauben das Mikroskop dahin, daſs es genau in die Mitte des an der Kamera angebrachten Teiles des Lichtabschlusses hineinsieht und kontrolliert die wagerechte Stellung des Mikroskopes durch eine auf den Fuſs gestellte empfindliche Dosenlibelle. Die weitere Centrierung wird

weiter unten besprochen. Soll die Kamera aufrecht benutzt werden, so wird die Laufschiene rechtwinklig zur Unterlage gestellt und in dieser Lage durch einen beigegebenen Stift festgehalten. Die Einstellung des dreifüſsigen Untersatzes und damit des Mikroskopes überhaupt ist bei der senkrechten Stellung eine andere, als bei der horizontalen und wird auf dieselbe Weise vorgenommen.

Im allgemeinen braucht man die vertikalen Kameras seltener. Alle festen Präparate lassen sich in der horizontalen Lage ohne weiteres photographieren. Sind die Präparate ganz frisch und die Möglichkeit einer Senkung des Deckglases noch nicht ausgeschlossen, so umrandet man es mit Paraffin. Aber auch eine Reihe von Präparaten, welche nicht fixierte, körperliche Elemente in einer Flüssigkeit suspendiert enthalten, wie z. B. frische Blutpräparate u. s. w., können bei horizontal liegender Kamera recht wohl photographiert werden, wenn man sie einige Zeit lang auf dem umgelegten Mikroskop ruhig stehen läſst. Alsdann hört die Senkung der Elemente, wenn die Schicht nicht eine allzu dicke ist, in wenigen Minuten auf. Andere Sachen hingegen, z. B. die im »hängenden Tropfen« zu untersuchenden, lassen sich natürlich nicht anders als mit vertikaler Kamera aufnehmen; ebenso auch die schwimmenden Präparate. Wenn die Fälle, wo eine senkrecht stehende Kamera erforderlich ist, auch selten sind, so können sie doch jedem Mikrophotographen gelegentlich vorkommen, und es ist daher als ein Übelstand zu bezeichnen, daſs die groſsen Kameras nur horizontale Aufnahmen gestatten. Die groſse mikrophotographische Kamera von Zeiſs (Fig. 153) war früher so eingerichtet, daſs der vordere Teil aufrichtbar war. Bei dem neuen Apparate ist diese Aufrichtbarkeit aber wieder weggelassen. Das mag seinen Grund darin gehabt haben, daſs bei der vertikal stehenden Kamera das Mikroskop seinen Platz auf dem Projektionstische nicht beibehalten konnte und daſs der ganze Projektionstisch mit seinem Beleuchtungsapparat für die vertikalen Aufnahmen nicht zu gebrauchen war. Die Beschreibung des Projektionstisches erfolgt weiter unten.

Auſser den besprochenen Zeiſsschen Apparaten liefern namentlich Leitz und Seibert brauchbare Kameras. Leitz vorzugsweise eine vertikale, Seibert eine groſse horizontale. Eine zweckentsprechende, groſse Kamera mit vereinfachtem Zubehör ist auch nach den Angaben von Neuhauſs durch Klönne & Müller gebaut.

Statt dieser besonderen Kamera kann nun aber, wie gesagt, auch die gewöhnliche Reisekamera zu mikrophotographischen Aufnahmen dienen, wofern ihre Auszugslänge nicht allzu knapp ist.

Genügt sie nicht, so läſst sie sich bis zu einem gewissen Grade dadurch verlängern, daſs nach Entfernung des Objektivbrettes ein leichter konischer, event. auch quadratischer Ansatz entweder aus starrer Pappe, oder nach Art der Kamerabalgen aus Stoff, ausziehbar hergestellt, als Vorbau angebracht wird. Benutzt man eine konische Verlängerung aus starrem Material, so ist es dringend erforderlich, daſs die Innenfläche mit schwarzem Sammet ausgekleidet wird, um Reflexe zu vermeiden. Den Lichtabschluſs zwischen Kamera und Mikroskop stellt man entweder ebenfalls durch die beiden Hülsen, oder durch einen Tuchärmel her.

Aufstellung des Mikroskopes.

Gewisse Schwierigkeiten bietet dabei die **Aufstellung des Mikroskopes.** Es muſs durch entsprechende Unterlagen aus ebenen Brettern die nötige Höhe erhalten und durch einen quer über den Fuſs gelegten Bügel durch eine Schraube mit der Unterlage fest verbunden werden, damit es sich nicht verschieben kann. Benutzt man die Kamera vertikal, so schraubt man sie entweder auf den in Kapitel II. Seite 98 besprochenen verstellbaren Stativkopf, oder man stellt sie einfach auf zwei nebeneinander gestellte, gleich hohe Stühle und hält sie durch hölzerne Klammern oder sonstwie unverrückbar fest. Das Mikroskop wird dann zwischen die Stühle unter die Kamera auf eine Fuſsbank oder dergleichen gestellt.

Einstellung des Bildes.

Die **Einstellung des Bildes** wird zunächst oberflächlich auf der gewöhnlichen Mattscheibe vorgenommen. Um das Bild aber absolut scharf einzustellen, sind die gewöhnlichen Mattscheiben für mikroskopische Objekte zu grobkörnig. Man ersetzt daher die Mattscheibe durch eine durchsichtige Spiegelscheibe und stellt das Bild auf dieser Spiegelscheibe mittelst einer Einstelllupe ein. Die Lupe wird dadurch focussiert, daſs auf der vorderen Seite der durchsichtigen Glasplatte ein Strichkreuz angebracht und die Lupe zunächst auf dieses scharf eingestellt wird. Den Anfängern macht das Einstellen auf der durchsichtigen Scheibe mit Hilfe der Lupe zunächst einige Schwierigkeiten, lernt sich aber bald. Mancher freilich kann wegen fehlerhafter Augen keine richtige Einstellung zu stande bringen.

Übertragung der Mikrometerbewegung.

Benutzt man sehr lange Auszüge bei der horizontal stehenden Kamera, so ist eine besondere Vorkehrung nötig, um von der Mattscheibe aus die Mikrometerschraube des Mikroskopes bewegen zu können. Am besten geschieht das durch die von Zeiſs u. a. gewählte Anordnung, den sog. **Hooke**schen **Schlüssel.** Unterhalb der Mikrometerschraube des umgelegten Mikroskopes be-

findet sich auf dem Untersatze, auf welchem das Mikroskop ruht, eine kleine verstellbare, vertikale Säule (*a* in Fig. 153), welche oben in festen Lagern eine kleine Walze in der Richtung der optischen Axe des ganzen Apparates enthält. Diese kleine Walze wird zur Erhöhung der Reibung mit einem Stückchen Gummischlauch überkleidet, fest an die Zahnung der Mikrometerschraube angedrückt und in dieser Stellung durch eine Klemmschraube fixiert. Dabei ist ein allzu starkes Drücken zu vermeiden, damit das Mikroskop nicht etwa durch diese Walze gehoben wird. Durch ein Universalgelenk ist diese Walze mit einem langen, hölzernen Stabe in Verbindung gebracht, der bis zum Beobachter an die Mattscheibe reicht. Namentlich bei starken Vergröfserungen hat man darauf zu sehen, dafs der Schlüssel auf einer geeigneten Unterlage durchaus fest aufliegt, weil er sonst, sobald man ihn losläfst, die Einstellung durch kleine, freiwillige Drehungen verderben kann. Desgleichen ist unbedingt irgend eine Berührung des Schlüssels mit der Kamera zu vermeiden. In den ersten Zeiten seiner mikrophotographischen Thätigkeit hat sich Verf. aus Sparsamkeitsrücksichten viel mit dem Ersatz der besprochenen Vorrichtungen durch eine Schnurübertragung nach Art der bei Maschinen üblichen Treibriemen abgemüht. Eine ähnliche Einrichtung hat auch Neuhaufs angegeben, aber sie ist für einen universellen Gebrauch nicht zu empfehlen.

Die Mikrophotographie erfordert häufig, um nicht zu sagen stets, die Anwendung von **Farbenfiltern.** Diese Filter haben einen doppelten Zweck, einmal dienen sie als Lichtfilter, welche alle diejenigen Lichtstrahlen des weifsen Lichtes, die für die Aufnahme ungeeignet sind, abhalten sollen. Es wurde schon bei den Achromaten besprochen, dafs die Achromasie dieser Objektive nur eine unvollkommene ist und sich nur auf die optisch hellen Strahlen beschränkt. Um die störenden Nebenbilder, welche die übrigen Strahlen erzeugen würden, abzuhalten, schaltet man ein Lichtfilter ein, welches möglichst nur eine Sorte Lichtstrahlen hindurchtreten läfst. Die roten und gelben Strahlen sind für die Photographie von untergeordneter Bedeutung, weil sie auf die gewöhnlichen Platten nur minimale Wirkung ausüben. Die blauen Strahlen sind nicht recht zu brauchen, weil die Objektive auch in Bezug auf die übrigen Linsenfehler für die grünen und gelben korrigiert sind. Man wählt daher in der Regel grüne Schichten als Lichtfilter bei achromatischen Objektiven. Die geringe Empfindlichkeit der gewöhnlichen Bromsilberplatten für grünes Licht läfst sich bekanntlich durch Zusatz von Farbstoffen aus der Eosinreihe zur Emulsion

Farbenfilter.

Grüne Filter.

wesentlich steigern. Es setzt also die Verwendung grüner Filter stets den Gebrauch der orthochromatischen Platten voraus. Die gefärbten Gläser des Handels eignen sich nur sehr bedingt zum gedachten Zwecke, weil sie sehr häufig auch blaues Licht hindurchtreten lassen. Weit besser eignen sich

Zettnowsche Filter.

zu diesem Zwecke Flüssigkeiten, so vor allem das **Zettnow**sche **Filter,** dessen Zusammensetzung auf Seite 13 gegeben ist.

Das Spektrum dieses Filters ist in Kapitel 1 Figur 7, 13 wiedergegeben. Bei genügender Schichtdicke (ca. 1 cm) läſst es nur einen beschränkten Bezirk im Grün passieren. Dieses Filter läſst sich auch durch Gemische von Anilinfarben ersetzen. Verfasser

Anilinfarbenfilter.

verwendet ein Filter aus **Martiusgelb** und **Methylenblau.** Beide Farbstoffe werden in gesättigter alkoholischer Lösung vorrätig gehalten. Zu 400 ccm Wasser setzt man je 10 ccm Martiusgelb- und Methylenblaulösung. Der schwärzliche Niederschlag wird auf einem Filter gesammelt, einmal mit Wasser gewaschen und dann durch Alkohol gelöst. Durch mehrmaliges Übergieſsen des Filtrates läſst sich jeder Concentrationsgrad herstellen. Dieses Filter ist gut haltbar. Es läſst etwas mehr Licht hindurchtreten, als das Zettnowsche, und da sein Grün etwas mehr nach dem Blau zu liegt, gestattet es eine kürzere Exposition. Der schmale Streifen Rot, welcher noch durchtritt, ist wegen seiner Wirkungslosigkeit auf die Platten belanglos. Als Behälter für diese Flüssigkeiten dienen

Lichtfilterkuvetten.

sog. **Lichtfilterkuvetten** aus zwei einigermaſsen planparallelen Glasplatten, die auf einen Zwischenring aus Glas aufgekittet sind. Derartige käufliche Kuvetten sind aber wenig brauchbar, weil die Kittsubstanz, namentlich bei Benutzung des Zettnowschen Filters, nur sehr kurze Zeit dicht hält. Auſserdem ist die Reinigung der gewöhnlich sehr engen Behälter schwierig. Man thut daher besser, sich diese Kuvetten selber herzustellen. Zwischen zwei möglichst dünne, homogene und ebene Glasplatten wird ein Rahmen aus weichem Gummi gelegt und die Platten durch Kopierklammern oder einen besonderen Metallrahmen fest zusammengehalten. Befeuchtet man die Gummizwischenlage vor dem Zusammensetzen des Behälters leicht mit Wasser, so tritt keine Flüssigkeit nach auſsen durch. Da die Gummizwischenlagen gewöhnlich nicht in groſser Dicke zu erhalten sind, so bieten die Anilinfarbenstoffe, welche in beliebiger Konzentration gemischt werden können, mehr Vorteile, als das Zettnowsche Filter, dessen Intensität nur durch Steigerung der Schichtdicke zu erhöhen ist. Oft ist es ratsam, die Anilinfarbenlösungen nicht zu mischen, sondern in zwei gesonderten Kuvetten hintereinander zu benutzen. Die Gummirahmen

lassen sich auch nach Neuhaufs' Vorschlag durch Kautschukschläuche ersetzen. Bei Verwendung von Schläuchen kann man übrigens durch Füllen des Lumens mit Wasser die Kompressibilität vermindern und dadurch eine Steigerung der Schichtdicke ermöglichen.

Aufser als Lichtfilter für die Beleuchtung dienen diese Lösungen auch gleichzeitig als Farbenfilter für das Präparat. Weitaus die meisten mikroskopischen Präparate sind gefärbt. Es wäre nun am günstigsten, wenn alles, was Präparat ist, schwarz sein würde, während alles übrige ungefärbt wäre. Auf diese Weise gelänge es ohne weiteres, die feinsten Details darzustellen. Da sich das aber nicht erreichen läfst, so färbt man die Präparate mit den gewöhnlichen Farbstoffen und setzt dann ein solches Filter ein, dafs die gefärbten Teile möglicht schwarz oder braun erscheinen. Ist z. B. ein Präparat mit Karmin gefärbt, so verwendet man ein grünes Filter. Alle freien Stellen am Präparat erscheinen demnach grün, alle rot gefärbten Stellen hingegen absorbieren einen erheblichen Teil der grünen Strahlen und werden also mehr oder minder schwarz erscheinen. Das Gleiche gilt von annähernd allen roten Anilinfarbstoffen, welche ebenfalls grünes Licht absorbieren. Blaue und violette Farben werden in grünem Licht ebenfalls nahezu schwarz erscheinen, und so kommt es, dafs die grünen Filter eine universelle Anwendung gestatten. Für manche Farben genügt auch ein gelbes Filter aus Martiusgelb oder Pikrinsäurelösung.

Um für die geeigneten Fälle stets die richtigen Filter finden zu können, mufs sich der Mikrophotograph mit der Handhabung des **Taschenspektroskops** (Kap. I) vertraut machen, um immer möglichst das Licht anzuwenden, welches die betreffenden Farben absorbieren. Eine absolut genaue Detaillierung aller Einzelheiten ist nicht möglich, weil auch die Konzentration der Filter je nach der Intensität der Farbe des Präparates eine wechselnde sein mufs. Hier kann nur eigenes Studium die nötige Erfahrung bringen. Zu Anfang begnüge man sich, wie gesagt, möglichst mit grünen Filtern und probiere systematisch die Kombinationen verschiedenfarbiger Medien, insbesondere von Anilinfarben, je nach der Beschaffenheit des Präparates.

Viele Mikrophotographen haben eine besondere Furcht vor den **ultravioletten Strahlen.** Diese Furcht ist in der Regel grundlos. Von allen zur Verwendung kommenden Lichtquellen enthält, abgesehen vom Sonnenlicht, nur das elektrische Bogenlicht einen erheblichen Prozentsatz ultravioletter Strahlen. Von diesem Lichte

Ultraviolette Strahlen.

wird ein Teil bereits durch die geringen Luftschichten, welche es bis zum Mikroskop zu passieren hat, verschluckt, ein noch gröſserer Teil durch die Glaslinsen, und schlieſslich sind die Bromsilberplatten für das verbleibende ultraviolette Licht wenig empfindlich. Die Lichtfilter, die ohnehin verwendet werden, absorbieren fast den ganzen Rest, insbesondere, wenn sie wie das beschriebene Anilinfarbenfilter fluorescieren. Es ist also selbst bei Benutzung von elektrischem Bogenlichte kaum nötig, ein Filter für die ultravioletten Strahlen einzuschalten. Wer ganz sicher gehen will, kann ein Filter mit schwefelsaurem Chinin oder 1 % Askulinlösung anwenden. Die verschiedenen Modifikationen des Kalk- und Zirkonlichtes, des Gasglühlichtes, der Petroleumlampen u. s. w. erfordern kein Filter für ultraviolettes Licht.

Stellung des Filters.

Das Filter selbst findet seine Stellung am besten zwischen dem Kondensor des Mikroskopes und dem von dem groſsen Kondensor gelieferten Flammenbildchen. An sich wäre es ganz gleichgültig, wo das Filter zwischen Lichtquelle und Platte eingeschaltet wird. Die Stellung zwischen Platte und Linse verbietet sich wegen der durch die Glaswände und die Flüssigkeit bedingten Verschiebung der bilderzeugenden Strahlen. Die Stellung zwischen Lichtquelle und groſsem Kondensor erfordert relativ sehr groſse Filter, während bei der angegebenen Stellung ein Filter von nur etwa 3—4 qcm Fläche nötig ist.

Centrierung des Apparates.

Nachdem nunmehr die allgemeinen Grundlagen der Mikrophotographie besprochen sind, kommen wir jetzt zu der speciellen Ausführung der mikrophotographischen Aufnahmen. Die erste Aufgabe ist die **Centrierung des gesamten Apparates.** Dazu ist erforderlich, daſs die optische Axe der Mikroskoplinse in ihrer Verlängerung nach der Lichtquelle zu die Mitte sämtlicher Beleuchtungslinsen und der Lichtquelle selbst durchschneidet, und die Verlängerung nach der Platte zu auf dem Mittelpunkt der Visierscheibe trifft. Zu dieser optischen Axe senkrecht muſs das Präparat, die Platte und sämtliche Linsen stehen. Eine exakte Centrierung ist eins der wichtigsten Erfordernisse für ein gutes Resultat. Sie wird wesentlich erleichtert, wenn das nötige Instrumentarium nicht nur in einer geraden Linie hintereinander, sondern auch in einfacher Weise in der Höhe verstellbar eingerichtet ist. Derartige Vorkehrungen sind getroffen bei den groſsen mikrophotographischen Ausrüstungen von Zeiſs, Seibert u. a. Verfasser arbeitet seit Jahren mit der groſsen Zeiſsschen Einrichtung (Fig. 153), die ihm, wenn auch noch keineswegs vollkommen, so doch die beste von den bisher existierenden zu sein scheint. Damit soll nun

keineswegs gesagt sein, daſs die Produkte anderer Firmen nicht ebenso brauchbar wären. Es ist ein groſser Irrtum, zu glauben, daſs die Herstellung guter Mikrophotographieen nur mit kom-

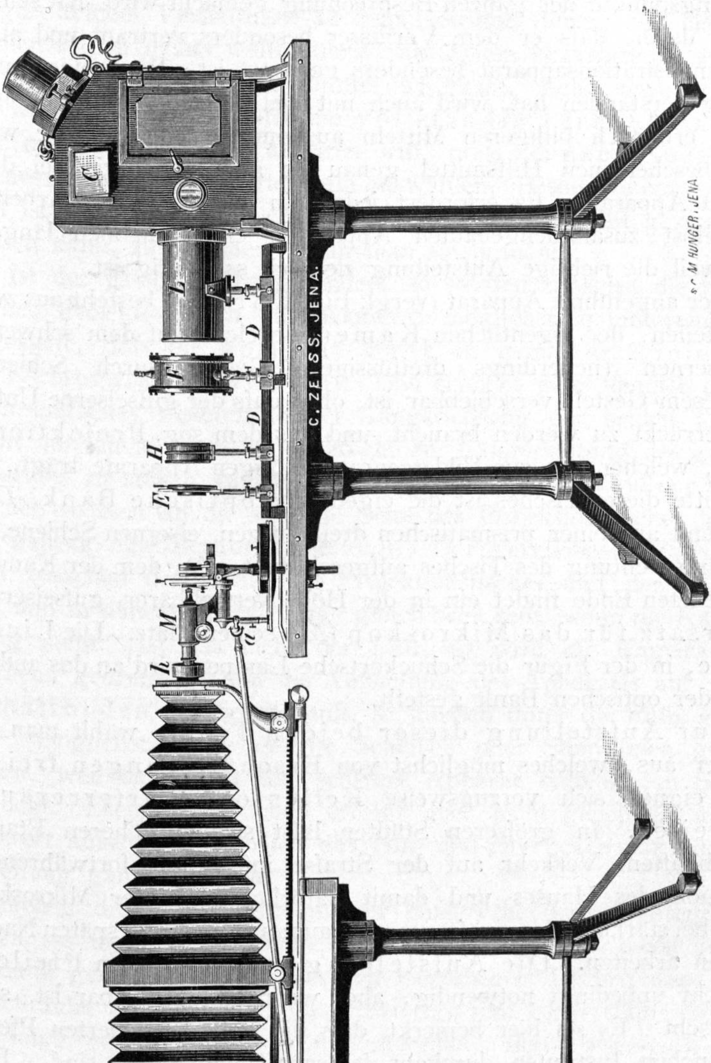


Fig. 153.

plizierten und teueren Apparaten gelänge, **vielmehr ist es die gründliche Kenntnis der theoretischen und praktischen Grundlagen des ganzen Verfahrens und eine gewisse natürliche Geschicklichkeit**, welche dem Beobachter

ermöglicht, in allen Fällen Mittel und Wege zu finden, um das gesteckte Ziel aus eigner Kraft zu erreichen. Daſs dennoch der groſse und komplizierte Zeiſssche Apparat zum Ausgangspunkte der ganzen Besprechung gemacht wird, hat seinen Grund darin, daſs er dem Verfasser besonders vertraut und auch als Demonstrationsapparat besonders geeignet ist. Wer seine Handhabung verstanden hat, wird auch mit viel einfacheren und infolgedessen erheblich billigeren Mitteln auskommen können. Er wird seine bescheidenen Hilfsmittel genau so anordnen, wie bei dem groſsen Apparate. Es erfordert jedoch in der Regel das Arbeiten mit selbst zusammengebauten Apparaten eine erheblich längere Zeit, weil die richtige Aufstellung ziemlich schwierig ist.

Der angeführte Apparat (vergl. Fig. 153 S. 287) besteht aus zwei Hauptteilen, der eigentlichen Kamera, welche auf dem schweren guſseisernen (neuerdings dreifüssigen) Gestell durch Schienen auf diesem Gestell verschiebbar ist, ohne daſs der guſseiserne Unterbau verrückt zu werden braucht, und aus dem sog. Projektionstisch, welcher alle zur Bilderzeugung nötigen Apparate trägt. In der Mitte dieses Tisches ist die eigentliche optische Bank, *DD*, bestehend aus einer prismatischen dreikantigen, eisernen Schiene, in der Längsrichtung des Tisches aufgeschraubt. An dem der Kamera zugekehrten Ende findet ein in der Höhe verstellbarer, guſseiserner Untersatz für das Mikroskop (*M*) seinen Platz. Die Lichtquelle, in der Figur die Schuckertsche Lampe, wird an das andere Ende der optischen Bank gestellt.

Das Arbeitszimmer.

Zur Aufstellung dieser beiden Tische wählt man ein Zimmer aus, welches möglichst von Erschütterungen frei ist. Dazu eignen sich vorzugsweise Kellker oder Parterreräumlichkeiten. In gröſseren Städten läſst sich in höheren Etagen bei lebhaftem Verkehr auf der Straſse infolge der fortwährenden Vibration des Hauses und damit natürlich auch der Mikroskoptische bei stärkeren Vergröſserungen kaum anders, als in späten Nachtstunden arbeiten. Die Aufstellung auf isolierten Pfeilern ist nicht unbedingt notwendig, aber wenn sie ausführbar ist, sehr erwünscht. Es sei hier bemerkt, daſs die isoliert fundierten Pfeiler in manchen Instituten durchaus fehlerhaft konstruiert sind. Entweder sind sie nicht groſs genug, oder aber, was auch vorkommt, sie stehen in fester Verbindung mit dem Fuſsboden. An manchen Stellen hat die Aufstellung auf isolierten Pfeilern schon aus dem Grunde keinen Zweck, weil es unmöglich ist, ohne ganz erhebliche Kosten einen wirklich erschütterungsfreien Pfeiler herzustellen. Dies ist z. B. der Fall in Berlin in einem Teil des

Terrains, welches sich an der Stadtbahn und an einigen Vorortbahnen, z. B. an der Anhalter Bahn, hinzieht. Die Pfeiler dort müſsten eine so kolossale Tiefe haben, daſs die entstehenden Kosten in gar keinem Verhältnisse zu dem Gewinne stehen. Es bleibt in solchen Fällen nichts weiter übrig, als Zeiten abzuwarten, wo das Terrain möglichst ohne Erschütterung bleibt. Sehr erwünscht ist es, wenn sich der Arbeitsraum vollständig verdunkeln läſst. Wer mit Sonnenlicht arbeiten will, muſs ein nach Süden gelegenes Zimmer als Laboratorium auswählen. Besonders empfehlenswert ist die Sonne als Lichtquelle nicht, weil sie nicht gezwungen werden kann, zu scheinen, wenn man sie braucht.

Aufstellung des Apparates.

Ist der passende Ort gefunden, so werden zunächst die beiden Tische, Projektionstisch und Kamera, möglichst so hintereinander aufgestellt, daſs die optische Bank in gerader Linie mit der Kameralängsaxe steht. Das erreicht man ziemlich genau durch einfaches Visieren in der Längsrichtung der beiden Tische. Damit nun die Mattscheibe senkrecht zur Längsrichtung des ganzen Apparates zu stehen kommt, schiebt man die Kamera auf den Gleitschienen so weit an die schmale Seite des Projektionstisches heran, daſs nahezu eine Berührung erfolgt. Der verbleibende Zwischenraum zwischen der Kante des Projektionstisches und der Kamera muſs nun in seiner ganzen Länge gleich breit sein, wenn die Kamera richtig steht. Ist das nicht der Fall, so wird die Kamera entsprechend gedreht. Wenn die Aufstellung des Apparates auf einem Asphaltboden geschehen muſs, so müssen unter die Füſse gleich dicke, möglichst breite eiserne Scheiben oder Steinfliesen gelegt werden, weil sich sonst der schwere Apparat bald in den Boden eindrückt. Dieses Eindrücken erfolgt aber nicht gleichmäſsig und erschwert auſserdem natürlich das Hin- und Herrücken zur feineren Einstellung ganz erheblich.

Stehen die Tische nun in der entsprechenden Richtung, so müssen sie unter Zuhilfenahme einer Wasserwage beide genau horizontal gestellt werden. Bei den vierfüſsigen Tischen ohne jede Fuſsschraube ist dies eine sehr schwierige und langweilige Arbeit, und daher wurde schon oben empfohlen, diese sozusagen unmechanische Art von Tischen zurückzuweisen und dreibeinige Gestelle mit Stellschrauben an den Füſsen zu verlangen.

Aufstellung des Mikroskopes.

Nach Horizontalstellung der Tische kommt der Mikroskopuntersatz an seinen Platz am Ende des Projektionstisches und das Mikroskop auf diesen Untersatz, wo es in seiner richtigen Stellung durch Anschlagleisten und durch eine quer über dem Fuſs liegende Platte mit Hilfe einer Schraube unverrückbar festgehalten wird.

Die Anschläge auf diesem Tische sind natürlich speciell für die Zeifsschen Mikroskope bestimmt. Wer andere Stative verwendet, kann sie nicht mehr gebrauchen und hat nach ihrer Entfernung sorgsam darauf zu achten, dafs die Längsaxe des umgelegten Mikroskopes in die Längsrichtung des ganzen Apparates fällt. Vom Mikroskope werden der Spiegel mit samt seinem Halter, der Abbésche Kondensor, die Linsen und die Okulare entfernt, der Oberteil umgelegt. Nun wird die Lichtquelle entzündet und annähernd so hoch über dem Tisch aufgestellt, dafs ihre Mitte in gleicher Höhe steht wie die Axe des Mikroskoptubus.

Aufstellung der Kamera. Nunmehr fällt das Licht durch das Mikroskop hindurch bis auf die Mattscheibe der Kamera, und wenn der Apparat richtig steht, mufs genau in der Mitte der Mattscheibe ein kreisrunder, heller Fleck auftreten. Die Mitte der Mattscheibe bezeichnet man sich dadurch, dafs man auf der mattierten Fläche recht genau die Diagonalen der Mattscheibe mit Bleistift zieht. Dann ist ihr Schnittpunkt die Mitte der Scheibe. In der Regel wird anfangs der Lichtfleck nicht genau in die Mitte fallen. Um ihn recht genau dorthin zu bringen, schiebt man die Kamera dicht an das Mikroskop und möglichst eng zusammen, so dafs ein relativ kleiner Lichtkreis entsteht, der nicht erheblich gröfser in seinem Durchmesser ist, als der Tubus. Durch Heben und Senken des Mikroskopuntersatzes wird der Lichtfleck in die entsprechende Höhe gebracht. Weicht er nach rechts oder links von der Mitte ab, so ist die ganze Kamera parallel zu ihrer Längsrichtung nach der entsprechenden Seite zu verschieben. Steht der Lichtfleck richtig, so zieht man die Kamera aus, so lang es irgend geht und kontrolliert nun die Stellung des Lichtfleckes. Wenn die Tische horizontal stehen, darf nun höchstens noch eine Abweichung nach rechts oder links vorhanden sein. Sie rührt dann daher, dafs entweder die Kamera nicht genau in der Verlängerung der optischen Bank steht, sondern einen gewissen Winkel mit dieser Linie bildet, oder dafs das Mikroskop denselben Fehler hat. Das letztere läfst sich ziemlich sicher ausschliefsen, wenn man die Aufstellung des Untersatzes recht genau vornimmt, sodafs seine der Kamera zugekehrte Seite genau parallel zur Kante des Projektionstisches steht. Die falsche Richtung der Kameraaxe wird dadurch kompensiert, dafs die ganze Kamera mit ihrem hinteren Ende nach rechts oder links geschoben wird, wobei als Drehungsaxe eine durch die Mitte des Lichtabschlufsstückes gehende Senkrechte dient. Hat nunmehr der Lichtfleck auch bei lang ausgezogener Kamera seine richtige Stellung,

so wiederholt man die ganze Operation nochmals, um sicher zu sein, daſs der Vorderteil der Kamera nicht mit verschoben ist. Wenn der Lichtfleck nicht kreisrund ist, so hat das seinen Grund darin, daſs die Mikroskopaxe sehr schräg steht. Durch Drehen des Mikroskopes für sich auf seinem Untersatz läſst sich dieser Fehler leichter beseitigen.

Aufstellung des Kondensors.

Nunmehr wird auf die optische Bank der **Kondensor** aufgestellt. Der Zeiſssche Kondensor ist ein dreifaches System, bei dem die beiden hinteren Linsen in besonderer Fassung der Lichtquelle zugekehrt werden. In der Fig. 153 ist noch die alte Einrichtung, *L*, abgebildet, bei der die Linsen auf einem gemeinsamen Fuſse standen. Sie sind dadurch gekennzeichnet, daſs die der Lichtquelle zuzukehrende Fläche stark konkav ist. Die Fassung der Linsen ist mit einem massiven Stiel versehen, welcher in entsprechende Füſse, die zum Aufsetzen auf die optische Bank dienen, eingepaſst ist. Eine kleine Klemmschraube hält den Fuſs an der optischen Bank und den Stiel der Linse in dem Fuſse fest. Wer sich diesen ziemlich teuren Kondensor (110 Mark) nicht anschaffen will, kann sich auch mit einem gewöhnlichen Doppelkondensor von ca. 10 cm Durchmesser und 15 cm Brennweite der einzelnen Linsen behelfen, jedoch mit der Maſsnahme, daſs die beiden Linsen jede für sich ähnlich den Zeiſsschen gefaſst werden, um sie gegeneinander verschieben zu können. Die der Lichtquelle zugekehrte Linse wird so aufgestellt, daſs die Lichtquelle in ihrem Brennpunkte steht, oder, was dasselbe heiſst, daſs das aufgefallene Licht parallel austritt. Wenn dies der Fall ist, muſs bei annähernd punktförmiger Lichtquelle das austretende Lichtbüschel während seiner ganzen Länge immer denselben Durchmesser behalten, und zwar ist dieser Durchmesser gleich dem der Linse. Wird der Lichtkegel breiter, so muſs die Linse von der Lichtquelle entfernt werden, wird er schmäler, ist das Umgekehrte der Fall. Übrigens braucht diese Einstellung nicht mit mathematischer Genauigkeit zu erfolgen, sondern es genügt, wenn sie annähernd richtig ist. Mit Hilfe der zweiten Linse wird nun das parallele Lichtbüschel wieder zu einem Punkte vereinigt, vorausgesetzt, daſs die Lichtquelle ein Punkt war. Da das aber bei keiner Lichtquelle der Fall ist, so findet die Vereinigung wieder zu einem Bilde der Flamme statt. Dieses Flammenbildchen wird durch Verschiebung der zweiten, also der dem Mikroskop näher stehenden Linse, entweder in die Öffnung des Mikroskoptisches, oder in die Mitte der Irisblende vom Abbéschen Beleuchtungsapparat projiziert. Auf diese Weise bringt man Lichtquelle und Kondensor ebenfalls in die optische

Axe. Fällt das Bild der Lichtquelle nicht an den angegebenen Ort, so wird unter Heben oder Senken der Kondensoren und der Lichtquelle die genaue Centrierung vorgenommen. Die beiden Teile der Kondensoren sollen in gleicher Höhe stehen. Die ungefähre Stellung läſst sich mit Hilfe eines Metermaſses schon ermitteln, indem man die Mittelpunkte der Kondensoren in dieselbe Höhe über den Projektionstisch bringt, wie die Axe des Mikroskoptubus, also genau so, wie vorher die erste Einstellung der Lichtquelle vorgenommen wurde. Je genauer die Einstellung mit Hilfe des Maſses geschieht, um so weniger braucht man zu probieren.

Aufstellung der Hilfsblende. Nun gilt es noch, eine Hilfsvorrichtung einzuschalten, welche dazu bestimmt ist, die Projektion des von dem groſsen Kondensor gelieferten Flammenbildchens durch den später einzusetzenden Hilfskondensor an die richtige Stelle innerhalb des Vergröſserungssystems zu erleichtern. Dazu dient eine **Blende,** *E* (Fig. 153), mit regulierbarer Öffnung[1], und am besten eine Irisblende, wie sie von Zeiſs zu dem gedachten Zweck geliefert wird. Da diese Blende kaum jemals eine gröſsere Öffnung als 2 cm im Durchmesser erfordert, so kann zur Not auch die Irisblende irgend eines entsprechend groſsen photographischen Objektivs dazu dienen, aus dem die Linsen entfernt sind. In diesem Falle wird die verbleibende Objektivfassung in eine gröſsere Pappscheibe eingesteckt, um das nebenher vorbeigehende Licht abzuhalten. Die **Centrierung dieser Blende,** welche ihre Stellung am Ende der optischen Bank vor dem Mikroskop in einer Entfernung von etwa 15—20 cm von dem Mikroskoptisch erhält, geschieht auf die Weise, daſs die zweite Linse des groſsen Kondensors so weit der Lichtquelle genähert wird, daſs das Flammenbild nicht, wie vorhin, auf die Mitte des Tisches, oder der Irisblende des Mikroskopes fällt, sondern auf die Hilfsblende. Da alles übrige bereits centriert ist, ist es nur nötig, diese Blende so zu verstellen, daſs das Flammenbildchen genau in ihre Mitte fällt.

Wenn alles dies exakt ausgeführt ist, ist der Apparat für die Autnahme vorbereitet. Genau, wie es hier beschrieben wurde, wird auch verfahren, wenn keine besondere Kamera, keine optische Bank zur Verfügung stehen, nur ist dann, wie schon gesagt wurde, das Verstellen der einzelnen Teile erheblich schwieriger und zeitraubender. Hat man die richtige Stellung der verschiedenen Apparate einmal exakt ermittelt, so wird sie durch Strichmarken festgelegt, um gegebenen Falles mit Schnelligkeit wieder aufgefunden werden zu können. Am besten ist es freilich, wenn der aufgestellte Apparat ruhig an seinem Platze bleiben kann.

Wahl der Objektive.

Bei der Herstellung der Aufnahmen handelt es sich darum, ob gewöhnliche **Achromate,** oder die Zeifsschen **Apochromate** verwendet werden sollen. Nach der Überzeugung des Verfassers bieten die Apochromate vor guten Achromaten nur Vorzüge, wenn es sich um starke Vergröfserungen handelt, und zwar um Aufnahmen mit Apochromat 4 oder 3 mm mit Korrektionsfassung und mit der homogenen Immersion. Diese Objektive sind aber nur nötig, wenn es sich um sehr schwierige und feine Details im Präparat handelt; zu allen übrigen Aufnahmen können ebensogut, um nicht zu sagen besser, die Achromate dienen. Der einzige Fehler, den die Apochromate weniger besitzen als die Achromate, ist die geringere Achromasie der letzteren, und sie läfst sich innerhalb der für die Praxis erforderlichen Grenzen kompensieren durch die Verwendung eines mehr oder weniger monochromatischen Lichtes. Dieses Licht läfst sich am besten dadurch herstellen, dafs man das schon beschriebene Filter aus Martiusgelb und Methylenblau oder das Zettnowsche in den Gang der Lichtstrahlen einschaltet. Die Lichtfiltercuvette findet ihre Stellung, wie schon besprochen, zwischen Mikroskop und der Hilfsblende.

Aufnahme mit schwachen Objektiven.

Bei den **schwachen mikroskopischen Objektiven** von etwa 50—30 mm Brennweite kann das Objektiv in gewöhnlicher Weise an den Tubus angeschraubt werden. Kommen längere Brennweiten, wie das Zeifssche 75 mm-Objektiv, zur Anwendung, so setzt man sie von oben in den Tubus ein, damit der richtige Abstand vom Präparat eingehalten werden kann (vgl. Fig. 154). Alle diese schwachen Mikroskopobjektive ersetzen vorteilhaft gewöhnliche photographische, die Planare von Zeifs und die neuen Objektive von Leitz. Die schwachen Objektive erfordern einen Hilfskondensor aus einer einfachen bikonvexen Linse oder einer Lupe (vergl. S. 264). Zeifs liefert für seine Instrumente solche Kondensoren in einer Fassung, welche erlaubt, sie in den gewöhnlichen Abbéschen Beleuchtungsapparat einzuschieben. Das Präparat wird auf den Objekttisch des Mikroskopes gebracht, die Linse angeschraubt und nun das vom grofsen Kondensor gelieferte Flammenbild in die Blendenebene oder, was für diese Fälle annähernd das-

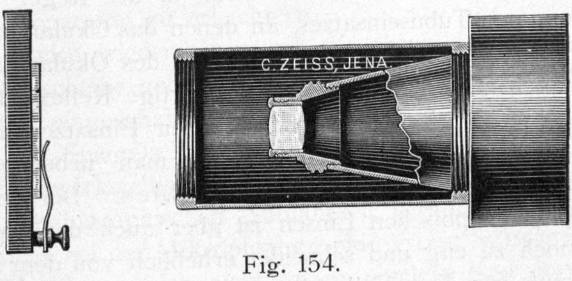


Fig. 154.

Die Beleuchtung.

selbe ist, auf die vordere Fläche des Objektives projiziert. Das geschieht in der Weise, daſs durch Verschiebung der dem Mikroskop zugekehrten Linse des groſsen Kondensors das Flammenbild 2—3 cm vor der in der angegebenen Weise aufgestellten Irisblende — zwischen ihr und dem Mikroskop — entsteht. Dann wird durch den Hilfskondensor nicht dieses Flammenbildchen, sondern vielmehr die Öffnung der Hilfsblende auf die vordere Linse des annähernd richtig eingestellten Vergröſserungsobjektives scharf projiziert. Dadurch kommt die Spitze des Lichtkegels von selbst an die richtige Stelle. Um die Beurteilung zu erleichtern, wird ein Blättchen weiſses Papier unmittelbar vor die Linse gehalten und der Rand der Blende durch Verschiebung des Hilfskondensors so scharf wie möglich eingestellt. Ist das erfolgt, so schlieſst man die Blende so weit, daſs nur noch ca. $^1/_3$ der freien Linsenöffnung beleuchtet wird.

Kontrolle der Einstellung.

Nun wird das Präparat durch den Trieb des Mikroskopes auf der Mattscheibe scharf eingestellt und nochmals die richtige Lage des Flammenbildchens kontrolliert, da ja durch das Einstellen die Lage des Objektives sich in der einen oder andern Richtung geändert hat.

Beseitigung d. Reflexe.

Nach Entfernung des Präparates aus dem Gange der Lichtstrahlen zeigen sich in dem hellen Kreise auf der Mattscheibe noch konzentrische hellere Stellen, welche Reflexe an der inneren Fläche des Tubus zur Ursache haben, und zwar in der Regel von den Stellen des engeren Tubuseinsatzes, an denen das Okular anliegt. Diese Stellen sind nämlich, um das Eingleiten des Okulars zu erleichtern, nicht geschwärzt. Man beseitigt derartige Reflexe am einfachsten durch Herausschrauben des ganzen Einsatzes aus dem festen Teil des Tubus. Dadurch erreicht man nebenher noch eine Vergröſserung des Gesichtsfeldes. Bei der Verwendung von photographischen Linsen ist aber auch der weite Teil des Tubus noch zu eng und schneidet erheblich von dem Bilde ab. Deswegen muſs für diese Fälle ein möglichst weiter Tubus wie der des mikrophotographischen Statives von Zeiſs zur Verwendung kommen. Es empfiehlt sich unter allen Umständen, wie schon geraten wurde, auch den weiten Teil des Tubus innen mit schwarzem, mattem Stoffe auszukleiden. Diese Auskleidung muſs nach Entfernung des engeren Einsatzes bis zum Rande des Mikroskopes hervorgezogen werden, um die dort befindlichen blanken Gewindegänge zu verdecken. Eine andere Sorte Reflexe kann störend auftreten, ehe das Licht das Objektiv trifft. Nimmt man die Einstellung des Flammenbildchens auf der

Vorderfläche der Linse mit Hilfe eines weifsen Stückchen Papiers vor, so darf nur der kreisrunde Fleck, welcher der Blendenöffnung entspricht, hell erscheinen. Treten sonstige Lichtstreifen, sei es in Kreisform, in Kometengestalt oder dergl. auf, so rühren diese her von Reflexen unterhalb des Kondensors. Eine häufige Quelle hierfür ist der Bügel des Spiegels, der daher unter allen Umständen zu beseitigen ist. Ist das Blendenbild auf der Vorderseite der Linse gröfser als sie, so reflektiert die bestrahlte Fassung. Sie sollte daher unter allen Umständen mit einem guten, stumpfen Schwarz überzogen sein. Ebenso mufs die Innenfläche des Hilfskondensors, die Irisblende und der Rand des Tischausschnittes gut geschwärzt sein, und aufserdem darf natürlich kein anderes Licht auf das ganze Instrumentarium fallen, als das von der Lichtquelle ausgehende. Während der mikrophotographischen Arbeiten sind alle andern Lichtquellen, sei es das Tageslicht oder Lampenlicht, zu entfernen. Wenn sich nicht das ganze Zimmer verdunkeln läfst, so verdeckt man die auf dem Projektionstisch stehenden Linsen, Blenden und das Mikroskop mit ∩förmig gebogenen schwarzen Kartons, sodafs sie wie in einem Tunnel stehen. Nur vor der Blende bleibt ein kleiner Spalt, um die Exposition bewirken zu können. Statt der Kartons kann man sich auch aus Stoff eine ähnliche Vorrichtung über einem entsprechenden festen Gestell herrichten lassen. Dabei werden die Vorhänge auf einer Seite verschiebbar gemacht, um den Zugang zu den verdeckten Apparaten zu erleichtern.

Abhaltung fremden Lichtes.

Das Präparat wird wieder eingesetzt, die abzubildende Stelle in die Mitte der Mattscheibe gebracht, scharf eingestellt und nunmehr das Lichtfilter eingeschaltet. Schliefslich ersetzt man die Mattscheibe durch die Spiegelscheibe, stellt mit Hilfe der Einstelllupe scharf ein und bewerkstelligt die Aufnahme.

Expositionszeit.

Wie bei allen photographischen Aufnahmen bereitet auch die **richtige Exposition** bei der Mikrophotographie grofse Schwierigkeiten. Genaue Zahlen lassen sich nicht geben, sondern sind durch Versuche zu ermitteln. Bei der besprochenen Anordnung mit Zeifs' 35 mm Objektiv und Zirkonlicht ist erforderlich unter Verwendung des angegebenen grünen Lichtfilters und der Kameralänge von etwa 1 m eine Exposition von etwa 10 Sekunden. Petroleumlicht erfordert die 4–5fache Zeit, elektrisches Bogenlicht $^1/_2$—1 Sekunde, die übrigen Lichtquellen entsprechende Zeiten.

Wahl der Platten.

Man gewöhne sich bei mikrophotographischen Arbeiten daran, nicht so sehr auf empfindliche **Platten,** als auf absolut schleierfrei arbeitende zu sehen und wähle lieber eine längere Exposition, als

Gefahr zu laufen, durch hochempfindliche Platten dünne oder schleierige Negative zu erhalten. Dafs bei der Verwendung der grünen Filter orthochromatische Platten unbedingt nötig sind, wurde schon gesagt. Verfasser benutzt in der Regel die Eosinsilberplatten von Perutz.

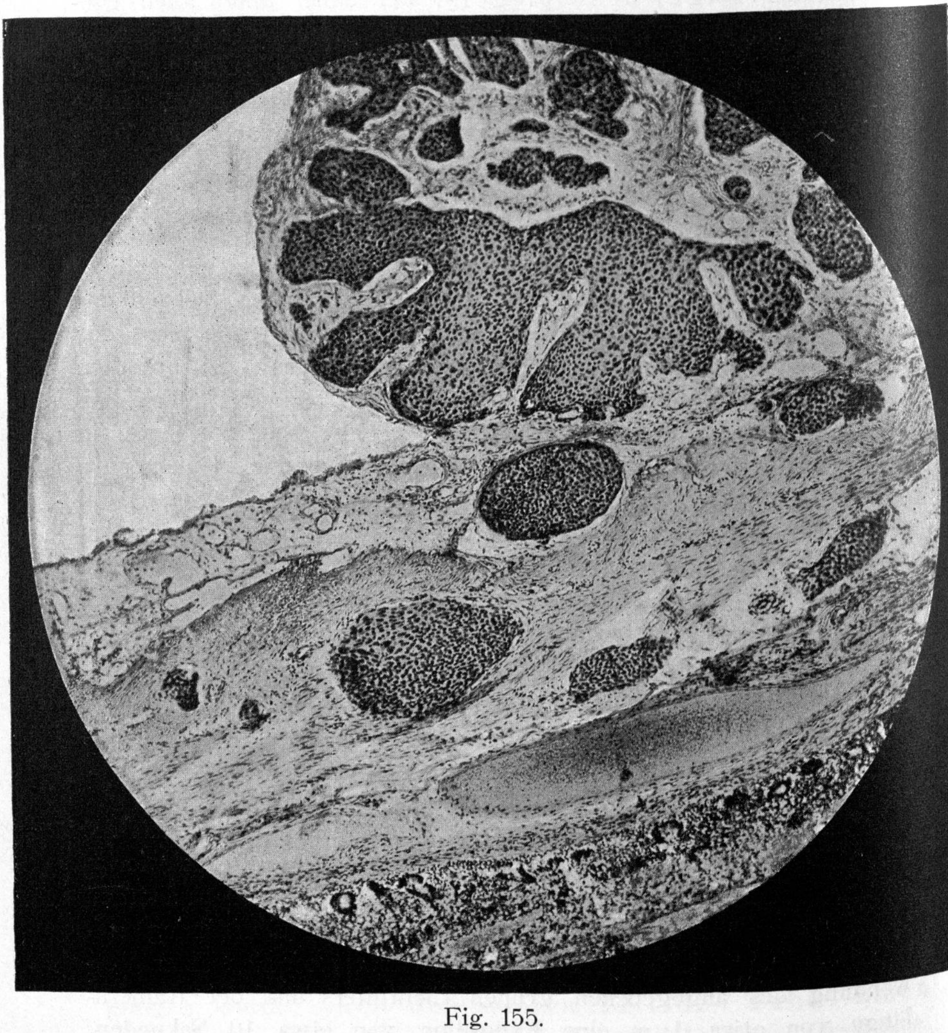


Fig. 155.

Aufnahmen mit mittelstarken Achromaten.

Ganz genau so, wie eben beschrieben wurde, geschehen die Aufnahmen mit den stärkeren achromatischen Objektiven bis zu 0,85 numerischer Apertur. Als Kondensoren verwendet Verfasser in diesen Fällen gewöhnliche Achromate, die in der bereits besprochenen Weise (S. 277) in den Abbéschen

Beleuchtungsapparat eingesetzt werden. Auch hier wird *kein Okular* benutzt, sondern dieselbe Anordnung gewählt, wie bei den schwächsten Systemen. In Fig. 155 ist ein Photogramm reproduziert, welches mit dem Zeiſsschen Achromaten *A* aufgenommen wurde, während als Kondensor der Achromat a_3 diente, bei dem leider in der Autotypie die äuſserst feinen Details nicht voll zur Geltung kommen. Das Gesichtsfeld ist bei dieser Aufnahme erheblich gröſser, als es sich mit einem Apochromaten herstellen läſst. Der nicht ganz scharfe Rand ist absichtlich nicht abgeblendet, um zu zeigen, wie relativ langsam die Schärfe nach dem Rande zu abnimmt. Ein derartiges Bild mit einem Apochromaten herzustellen, dürfte nicht leicht möglich sein. Dazu kommt noch, daſs die Schnitte erheblich dicker sind, als oben als Mindestmaſs für zulässig erachtet wurde. (Das Präparat stellt einen Celloïdinschnitt von 15 μ durch eine Krebsmetastase des Bauchfells dar, der mit Hämalaun gefärbt war.) Die gröſsere Focustiefe der Achromate gestattet bei schwachen Linsen, Schnitte bis zu beinahe 20 μ aufzunehmen, vorausgesetzt, daſs sie sonst tadellos glatt liegen und sehr distinkt gefärbt sind. *Es empfiehlt sich daher, dicke Schnitte immer mit möglichst schwachen Achromaten ohne Okular zu photographieren.*

Die Regulierung der Beleuchtung.

Die *einzige Abweichung* von dem beschriebenen Vorgehen besteht darin, daſs das Flammenbildchen des groſsen Kondensors eine andere Stellung erhält. Die Ermittlung der richtigen Stellung des Flammenbildchens geschieht auf folgende Weise: Unmittelbar auf die *Hilfsblende* wird eine *Mattscheibe* aufgelegt, das *Präparat wie beim gewöhnlichen Mikroskopieren mit Objektiv und Okular scharf eingestellt.* Diese Einstellung bei umgelegtem Mikroskop ist unbequem, aber diese Unbequemlichkeit kann bei einiger Übung recht bald überwunden werden und muſs überwunden werden, weil das Mikroskop stets an Ort und Stelle bleiben soll, wenn nicht durch das Hin- und Hertransportieren vor dem Gebrauch während der späteren Exposition durch nachträgliche Verziehungen Unschärfen entstehen sollen. Hat man das Mikroskop von seinem Platze vor der Kamera einmal entfernt, *so lasse man es zum mindesten ½ Stunde unberührt stehen, ehe man zur Aufnahme schreitet.* Ist die scharfe Einstellung erfolgt, so wird durch Verschieben des Hilfskondensors, also in diesem Falle der in dem Abbéschen Beleuchtungsapparate eingesetzten achromatischen Objektive, das *Korn der Mattscheibe gleichzeitig scharf eingestellt,* die groſse Irisblende so weit geschlossen, daſs etwa nur die Hälfte des Ge-

sichtsfeldes erleuchtet bleibt und durch Benutzung der Stellschrauben am Kondensor der helle Kreis genau in die Mitte des Gesichtsfeldes gebracht. Wenn der Apparat exakt aufgestellt wurde, sind nur geringe Verschiebungen dabei nötig. Bei fehlerhafter Aufstellung kommt man unter Umständen gar nicht zum Resultat und umgekehrt, wenn man die Blende nicht in die Mitte des Gesichtfeldes bekommen kann, hat man einen sicheren Anhalt dafür, dafs die Centrierung eine mangelhafte ist. Wer das Korn der Mattscheibe schwer zu erkennen vermag, kann sich die Einstellung durch einige Bleistiftstriche auf der Mattscheibe erleichtern. Das Einschalten der Mattscheibe hat übrigens aufserdem den Zweck, die Helligkeit des Lichtes so zu mindern, dafs das Auge nicht geschädigt wird. Bei Zirkonlicht genügt eine Mattglasscheibe in der Regel, bei elektrischem Bogenlicht müssen aber mindestens noch zwei dunkelgrüne Scheiben aufser der Mattscheibe eingeschaltet werden, um die Helligkeit für das Auge erträglich zu machen.

Ist die Einstellung erfolgt, wird die Mattscheibe entfernt, der Okularteil des Tubus herausgeschraubt und an Stelle der Kameramattscheibe ein weifses Papier gehalten, nachdem die Kamera möglichst dicht vor dem Mikroskop zusammengeschoben ist. Dann wird durch Verschieben der dem Mikroskop zugekehrten grofsen Kondensorlinse, oder, wie sie von jetzt an genannt werden soll, der zweiten grofsen Kondensorlinse eine vollständige Gleichmäfsigkeit in der Erleuchtung des Gesichtsfeldes auf dem weifsen Papier erzielt. Um in der Beurteilung ganz sicher zu gehen, empfiehlt es sich, das Präparat bei dieser Einstellung zu entfernen. Je nach dem benutzten Hilfskondensor und je nach dem Objektiv schwankt die Lage des Flammenbildchens vor dem **Hilfskondensor** zwischen 4 und 10 cm.

Es wurde bisher noch nicht gesagt, wo nun eigentlich die Spitze des von dem Hilfskondensor gelieferten Beleuchtungskegels liegt. Verfährt man, wie angegeben, und stellt die Hilfsblende in der Ebene des Objektes scharf ein, während das Flammenbildchen nach dem Hilfskondensor zu vor der Blende liegt, so entwirft der letztere ein Flammenbildchen, welches je nach der Beschaffenheit des verwendeten Objektives innerhalb seiner Linse, event. sogar hinter seinen Linsen liegt. Wissenschaftlich ausgedrückt entspricht diese Stelle der »Austrittspupille« des Objektives. Da aber in Vorstehendem aus den gesagten Gründen von einer detaillierteren Besprechung der theoretischen Mikroskopie abgesehen wird, mache man sich weiter keine Sorge, wo bei den einzelnen Objektiven diese Austrittspupille liegt. Wer seine Beleuchtung nach den gegebenen

Vorschriften reguliert, wird die Spitze des Lichtkegels ganz von sebst an die richtige Stelle bringen.

Andere Beleuchtungstheorieen.

In weitaus den meisten Veröffentlichungen über Mikrophotographie wird gelehrt, daſs das Flammenbildchen des Hilfskondensors in der Ebene des Objektes liegen soll. Wer den Gang der hier gegebenen Darstellung von Beginn dieses Kapitels an verfolgt hat, wird nicht leicht einsehen können, warum der Beleuchtungskegel seine Spitze in der Ebene des Objektes haben soll, und es liegt durchaus kein Grund vor, von den allgemeinen Grundsätzen der Vergröſserung abzugehen. Als Vorteil der Projektion der Lichtquelle in die Objektebene wird angegeben, daſs die Helligkeit eine sehr gleichmäſsige und die intensivste, welche überhaupt möglich ist, wäre. Die Gleichmäſsigkeit der Beleuchtung ist dann aber abhängig von der Gleichmäſsigkeit der Lichtquelle. Nur wenn ein so groſses Stück der Lichtquelle absolut gleich hell ist, als nötig ist, um das Gesichtsfeld des jeweils verwendeten Objektives auszufüllen, wird die Beleuchtung gleichmäſsig. Derartige Lichtquellen giebt es kaum. Am brauchbarsten für diesen Zweck erscheint noch die elektrische Bogenlampe mit schräg gestellten Kohlen. Wenn diese Kohlen durch den groſsen Kondensor auf eine Milchglasscheibe, welche auf der Hilfsblende angebracht ist, nicht ganz scharf projizert werden, so gelingt es in der That, für stärkere Objektive eine gleichmäſsige Beleuchtung zu erreichen. Ebenso müſste man auch bei allen andern Lichtquellen eine Mattscheibe einschalten. Man denke sich z. B. nach diesem Princip den glühenden Strumpf einer Auerschen Lampe in die Ebene des Objektes projiziert, so wird man selbstverständlich neben dem Objekt auf dem Bilde auch den Glühstrumpf scharf und deutlich sehen. Daſs das kein brauchbares Bild ergiebt, ist selbstverständlich. Die Vertreter dieser Theorie schreiben dann vor, den Kondensor so weit zu verstellen!, bis die Einzelheiten der Lichtquelle, also in diesem Falle die Maschen des Glühstrumpfes, nicht mehr scharf erscheinen. Thut man das, so liegt eben die Spitze des Beleuchtungskegels nicht im Präparat, sondern entweder unterhalb oder oberhalb. Die Stellung unterhalb ist wegen der Schwierigkeit, die Apertur zu regulieren, ungünstig, und liegt sie oberhalb des Präparates, so kommt sie den in der vorliegenden Darstellung gegebenen Bedingungen nahe. Es dürfte daher zweckmäſsig sein, überhaupt den Satz: scharfe Projektion der Lichtquelle in die Objektebene, nicht auszusprechen, weil er in Wahrheit im strengen Sinne kaum durchgeführt werden kann und auch nie ausgeführt wird. Da die stärkeren Objektive alle einen sehr kurzen Focalabstand haben, so ist eine kleine

Verschiebung des Kondensors schon vollständig hinreichend, um die Spitze des Beleuchtungskegels in die Linse des Objektives zu dirigieren. Verfasser hat sich überzeugt, daſs diejenigen Mikrophotographen, die überhaupt brauchbare Bilder zu machen verstehen, nur ganz ausnahmsweise, ja nie ihre Beleuchtungstheorie in die Praxis übertragen. Für den Anfänger ist diese Beleuchtungsart die Quelle vieler Miſserfolge, und für ihn ist es am weitaus zweckmäſsigsten, rein empirisch nach den im Vorstehenden gegebenen Andeutungen die Spitze des Beleuchtungskegels des Hilfskondensors an die richtige Stelle zu bringen. Desgleichen ist die Apertur in richtiger Weise reduziert, wenn nur die Hälfte des Gesichtsfeldes erleuchtet wird. Als Beispiel von der Stellung der Beleuchtungslinsen für eine Aufnahme mit System *B* von Zeiſs bei einem Kamera-Auszuge von 92 cm diene das folgende: Lichtquelle. 1. Kondensorlinse entsendet paralleles Licht; 2. Kondensorlinse 40 cm entfernt, von ihr steht die Hilfsblende 8 cm ab und hat eine Öffnung von 0,9 cm. Von ihr wiederum ist der untere Rand des Hilfskondensors, a_3 in der Fassung, die in Fig. 149 gegeben ist, 11 cm entfernt. Die Exposition betrug bei Zirkonlicht und 6 mm Grünfilter für orthochromatische Perutzplatten je nach der Dicke des Objektes 25—30 Sekunden.

Aufnahmen mit starken Systemen.

Die **stärkeren Trockensysteme und die Immersionen** erfordern zum bequemen Arbeiten den bereits erwähnten achromatischen Kondensor zur Beleuchtung, weil die Regulierung der Aperturen mit Objektiven als Kondensor nicht leicht ist, wenigstens nicht, wenn nicht dicht unterhalb des Kondensorobjektives eine Irisblende angebracht wird. Auſserdem wird aber die Brennweite der nötigen Objektive schlieſslich so kurz, daſs man den Lichtkegel nicht mehr durch das Präparat hindurch an die richtige Stelle zu dirigieren vermag, ohne ihn gleichzeitig sehr zu verkleinern. Namentlich bei **starken Trockensystemen** muſs die Anpassung der Kondensorapertur an die des Objektives mit groſser Sorgfalt vorgenommen werden, weil sonst das Bild nie kontrastreich wird, sondern wie mit einem hellen Schleier bedeckt erscheint. Es fällt erfahrungsgemäſs dem Anfänger sehr schwer, das Bild auf der Mattscheibe richtig zu beurteilen, und es ist ein sehr aufmerksames und ausdauerndes Studium nicht zu umgehen, wenn die Resultate brauchbar werden sollen. Hat man einmal begriffen, worauf es ankommt, so wird man in Zukunft mit Leichtigkeit zu Rande kommen. Jedenfalls mache man es sich zur Regel, nicht eher die Aufnahme vorzunehmen, als bis das Bild auf der Matt-

scheibe durchaus tadellos erscheint. Gelingt das nicht, lasse man ab und versuche es zu glücklicherer Stunde von neuem.

Die Verwendung des achromatischen Kondensors geschieht ganz in der gleichen Weise, wie die der gewöhnlichen Trockensysteme. Er bleibt auch für schwächere Objektive bis zu etwa 12 mm äquivalenter Brennweite brauchbar, für noch längere Brennweiten reicht er nicht mehr aus und hier treten die gewöhnlichen Achromate, Brillengläser oder Lupen als Kondensoren in ihr Recht. Das Flammenbildchen des grofsen Kondensors wird vor dem Hilfskondensor in einer Entfernung von 2—10 cm entworfen, und zwar um so näher an dem Kondensor, je schwächer das verwendete Objektiv ist. Für die Praxis kann man sagen, dafs bei Objektiven von 12 mm Brennweite der nach Bildung des Flammenbildchens divergierende Lichtkegel des grofsen Kondensors etwa $^1/_3$ der unteren Linse des achromatischen Kondensors ausfüllen soll, bei 8 mm Brennweite etwas mehr, ca. die Hälfte, bei Trockensystemen von 4—3 mm etwa $^3/_4$ und bei der homogenen Immersion die ganze freie Öffnung. Die genauere Regulierung erfolgt durch die Irisblende des Kondensors.

Gebrauch des achromatischen Kondensors.

Der achromatische Hilfskondensor wird nun folgendermafsen gehandhabt: Man projiziert zuerst wiederum nicht das vor ihm entworfene Flammenbild, sondern die Hilfsblende während der Okularbetrachtung scharf und genau centrisch in die Objektebene und schliefst die Blende so weit, dafs nur noch die Hälfte des Gesichtsfeldes hell erleuchtet ist. Mehr zu beleuchten hat keinen Zweck, weil die Linse nicht mehr scharf abzubilden vermag und jede unnütze Beleuchtung nur Schaden bringen kann. Mit der Regulierung der Apertur hat diese Gesichtsfeldbegrenzung nichts zu thun. Nun kontrolliert man **die Apertur** dadurch, dafs man nach Entfernung des Okulars von obenher in den Mikroskoptubus hineinsieht. Man sieht dann den Durchmesser der Linse und den mehr oder weniger grofsen, hell erleuchteten Teil, welcher der verwendeten Apertur entspricht. Man mufs bei diesem Hineinsehen in das Mikroskop ungefähr so weit von der oberen Tubusöffnung mit dem Auge entfernt sein, als der normalen Sehweite entspricht. Hat man die Hilfsblende vermittelst des Kondensors in der angegebenen Gröfse scharf in der Objektebene eingestellt und schliefst nun während der Okularbetrachtung die Irisblende des achromatischen Kondensors nahezu vollständig und öffnet sie wieder langsam, so tritt bei einer gewissen Öffnung ein Überfluten des Lichtes auf den unbeleuchteten Teil ein. Beim Schliefsen vermindert sich dieses Nebenlicht wieder. Die weiteste Stellung,

Kontrolle der Apertur.

bei der die Öffnung der Hilfsblende scharf und der unbelichtete Teil schwarz erscheint, entspricht der nötigen Apertur ziemlich genau. Die angegebenen Manipulationen auszuführen und richtig zu erkennen und zu beurteilen ist keineswegs leicht für jemanden, der sie bisher weder gesehen, noch selbst auszuführen versucht hat. Auch sie erfordern Mühe und Arbeit zu ihrer Erlernung. Am besten thut man freilich, sich diese Dinge von einem geübten Mikrophotographen vormachen zu lassen.

Bisher war nur die Rede von der Verwendung von achromatischen Objektiven ohne Okular. Wie früher gesagt, lassen sich mit den modernen Achromaten auf diese Weise vollständig tadellose Mikrophotogramme anfertigen. Namentlich für die Gebiete der Histologie kommt man vollständig damit aus. Zur Erzielung stärkerer Vergröfserungen sind etwas längere Kameraauszüge notwendig, als vielen zu Gebote stehen. Um daher mit kurzen Kamera-Auszügen auszukommen, projiziert man nicht das Bild direkt, sondern mit Hilfe des **Okulars.** Die theoretische Grundlage wurde schon auf Seite 268 gegeben. Die Beleuchtung des Präparates geschieht auf dieselbe Weise, wie bisher, die Einstellung des Präparates wird in gewöhnlicher Weise mit dem Okular vorgenommen. Dann wird die Frontlinse des Okulars so weit herausgezogen, dafs die Blende scharf auf der Mattscheibe erscheint. Da die gewöhnlichen Okulare nur eine einfache Frontlinse besitzen, so sind die erhaltenen Bilder nicht frei von Farbenabweichung. Durch Einschaltung eines Grünfilters läfst sie sich einigermafsen beseitigen. Um die übrigen Linsenfehler nach Möglichkeit zu heben, ist es sehr erwünscht, vor dem Okular eine Blende anzubringen. Dadurch wird das Bildfeld verkleinert, und man mufs sie daher so weit wählen, dafs nichts von dem beleuchteten Teile des Gesichtsfeldes abgeblendet wird. Ohne Filter zeigt die Blende meist einen deutlichen Farbensaum. Die Vergröfserung, welche das Objektivbild erfährt, hängt von der Stärke der Okularlinse ab. Im allgemeinen empfiehlt es sich, nur schwächere Okulare zur Projektion zu verwenden. Im allgemeinen kann man sagen, dafs man auf die angedeutete Weise nicht so gute Bilder bekommt, wie ohne Okular, und es dürfte sich empfehlen, diese Okularvergröfserung nur in seltenen Fällen auszuüben, weil auch das Gesichtsfeld kleiner wird. Schliefslich kann unter Umständen, wie schon gesagt, auch ohne Verstellung der Frontlinse mit Hilfe des Okulars ein brauchbares Bild zu stande kommen, wenn der Kamera-Auszug relativ kurz ist und wenig mehr als 30—40 cm beträgt. Während die Methode ohne Okular bei allen guten Linsen

Projektion mit gewöhnlichen Okularen.

ganz sicher zu einem guten Bilde führt, die mit verschobener Okularlinse ziemlich sicher, so ist bei dieser letztgenannten für den Erfolg nicht zu garantieren. Es bleibt nichts übrig, als so lange mit der Beleuchtung und der Wahl des nötigen Kamera-Auszuges zu probieren, bis das Bild genügt. In der gleichen Reihenfolge, wie die Sicherheit und Schnelligkeit des Arbeitens bei diesen drei Möglichkeiten abnimmt, nimmt auch die Gröfse des Gesichtsfeldes ab.

Aufnahmen mit Apochromaten.

Es bleibt nun noch die Besprechung der **Photographie mit den Apochromaten** übrig. Verfasser hat nur Erfahrung mit den Zeifsschen Apochromaten, während ihm die unter diesem Namen verkauften Produkte anderer Firmen leider nicht zu Gebote gestanden haben. Von den Zeifsschen Apochromaten ist am wenigsten für die Photographie brauchbar der mit 16 mm äquivalenter Brennweite, der ein ungewöhnlich stark gewölbtes Gesichtsfeld hat. Das ist der Hauptfehler der Apochromate, dafs infolge der starken Wölbung des Gesichtsfeldes für die Photographie nur ein sehr kleiner Teil des Bildfeldes brauchbar wird. Ferner sind die Apochromate mit einer solchen Genauigkeit berechnet und konstruiert, dafs schon kleine Unvorsichtigkeiten die Wirkung dieser Objektive wesentlich beeinträchtigen können. Hierhin gehört die Abweichung von der vorgeschriebenen Tubuslänge, zu dicke Deckgläser und mangelhafte Regulierung der Apertur des Beleuchtungsapparates. Es ist daher auf diese Punkte bei Benutzung der Apochromate ganz besonders zu achten. Wer einen Revolver oder Objektivschlitten zum Wechseln der Objektive am Mikroskop benutzt, mufs von der Tubuslänge die Dicke dieser Apparate abziehen. Sie beträgt ungefähr 12—15 mm, eine Gröfse, welche mehr wie hinreicht, um den Vorzügen der Apochromate erheblich Abbruch zu thun. Das Gleiche gilt von den 4 mm-Apochromaten mit Korrektionsfassung. Die Korrektion für die Deckglasdicke ist mit peinlichster Genauigkeit vorzunehmen (vergl. Seite 271). Ferner erfordern die Apochromate unbedingt die Benutzung des Okulars, weil sie für sich allein keineswegs ihrem Namen entsprechen, sondern es ist dem Okular ein beträchtlicher Teil der Korrektion zugewiesen. Wiederum lassen sich nach denselben Methoden, wie bei den Achromaten mit Filter und kurzem Kamera-Auszuge brauchbare Bilder herstellen unter Verwendung der gewöhnlichen Kompensationsokulare, namentlich der stärkeren (12) ohne Verschiebung der Frontlinse. Besser ist die Benutzung der auf Seite 270 besprochenen **Projektionsokulare,** und zwar von den durch Zeifs hergestellten lieber Projektionsokular 2 als 4. Das Verfahren selber besteht wiederum

in Regulierung der Apertur des Kondensors, scharfer Einstellung des Präparates und Benutzung der gewöhnlichen Kompensationsokulare genau in der bei den starken Achromaten beschriebenen Weise. Nun wird das Kompensationsokular durch das Projektionsokular ersetzt und durch Heraus- und Hineinschrauben der Frontlinse die Blende des Okulars auf der Mattscheibe scharf eingestellt. Gleichzeitig erscheint bei diesen Objektiven und Okularen auch die Blende farblos. Wenn die Blende scharf

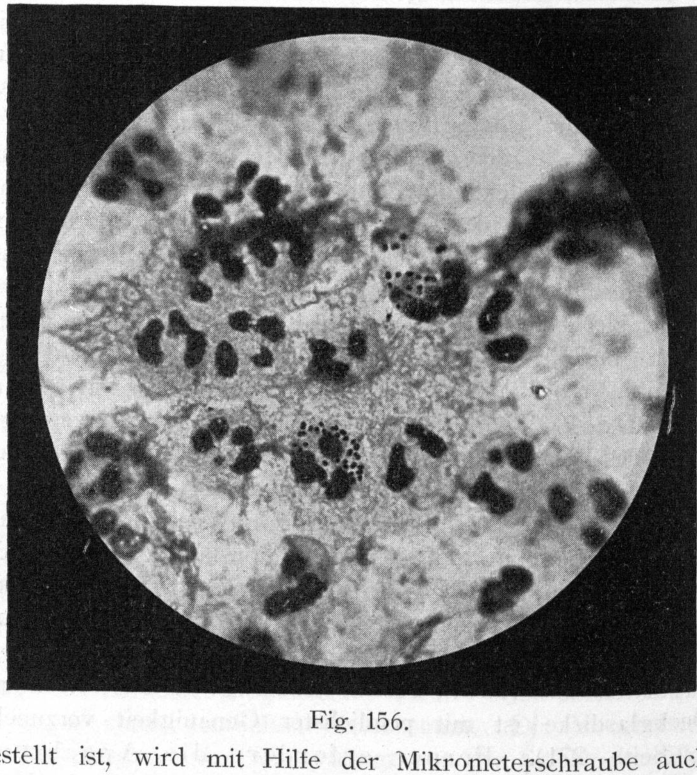


Fig. 156.

eingestellt ist, wird mit Hilfe der Mikrometerschraube auch das Präparat so scharf wie irgend möglich eingestellt, dann die Einstellung auf der Spiegelscheibe mit Hilfe der Lupe kontrolliert und zur Aufnahme geschritten. Die Apochromate gebrauchen, streng genommen, kein Lichtfilter im strengeren Sinne, da sie ja vollständig chromatisch korrigiert sind. Dafs man dennoch Filter verwendet, hat eben seinen Grund in der auf Seite 283 besprochenen Färbung der Präparate. Während man bei der Okularbetrachtung Bakterien bei voller Öffnung des Kondensors beobachten kann, mufs man sie bei der Photographie so weit reduzieren als irgend möglich. Bei zu engen Beleuchtungs-

kegeln treten am Rande der einzelnen Organismen abwechselnd helle und dunkle Säume auf, welche **Beugungserscheinungen** darstellen. Diese Diffraktionsränder werden am besten vermieden, wenn man nur gut gefärbte Präparate verwendet unter Einschaltung eines grünen oder gelben Filters. Bei schwachen Tinktionen verführt das Streben nach möglichst guten Kontrasten fast immer zur Benutzung zu kleiner Aperturen, ohne daſs die beabsichtigte Wirkung eintritt. In solchen Fällen hilft man sich auf andere Weise. Man exponiert die Aufnahme möglichst richtig, entwickelt sie aber nicht aus, sondern nur so lange, bis die Bakterien, oder um was es sich sonst handelt, auf dem leicht angedeuteten Untergrunde ganz klar erscheinen. Dann bricht man die Entwicklung ab, fixiert und wäscht. Derartige Negative sind so dünn, daſs sich keine brauchbaren Kopieen herstellen lassen. Werden sie aber mit Urannitrat ausgiebig verstärkt, so erhält man Kopieen, welche den nach normalen Negativen angefertigten vollständig gleichwertig sind. Auf diese Weise wurde die beigegebene Gonokokkenaufnahme Fig. 156 hergestellt, welche nach einem mit Löfflerschem Methylenblau schwach gefärbten Präparate aufgenommen wurde. Sie zeigt auch deutlich, wie klein das scharfe Bildfeld der Apochromate ist.

Aufnahme schwach gefärbter Präparate.

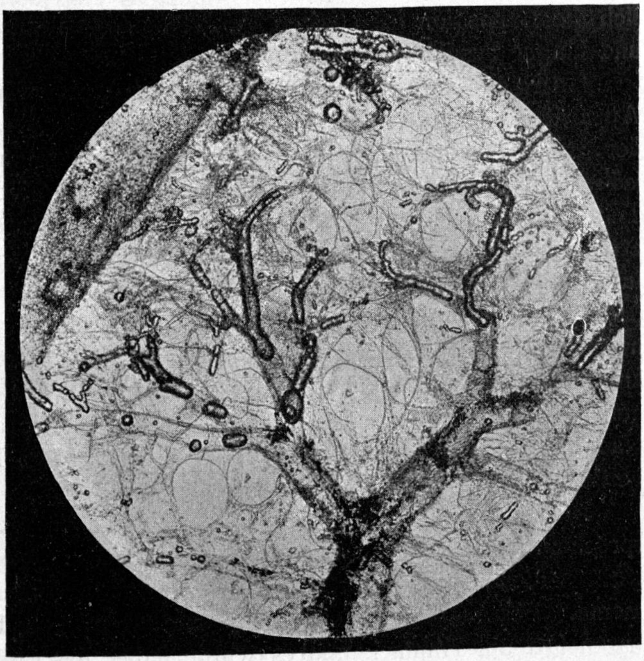


Fig. 157.

In der gleichen Weise wird bei der Aufnahme frischer, ungefärbter Präparate vorgegangen, wenn ihre Kontraste nur

Ungefärbte Präparate.

sehr minimale sind. Ein Beispiel einer derartigen Aufnahme ist die in Fig. 157 dargestellte Fettembolie der Lungengefäſse. Sind die Kontraste nicht gar zu schwach, so sucht man sie durch verkürzte Exposition und harte Entwicklung im Bilde zur Geltung zu bringen.

Expositionszeit.

Über die **Expositionszeiten** lassen sich nur sehr schwer Angaben machen, wie schon wiederholt angedeutet wurde. Die Gonokokkenaufnahme wurde unter Zuhilfenahme des Seite 284 beschriebenen Filters bei Zirkonlicht und Projektionsokular IV 35 Sekunden belichtet. Bei der Verwendung von *Zettnow*schen Filtern ist eine etwas längere Expositionszeit nötig. Bei Lampenlicht kann sich die Exposition bei starken Vergröſserungen auf 5—10 Minuten und länger ausdehnen.

Die Aufnahme.

Lange Expositionszeiten setzen einen ruhigen Stand des Apparates und eine ruhig brennende Lichtquelle voraus. Während der Exposition vermeide man alles Herumgehen im Zimmer und jede Berührung der mit dem Mikroskop in Verbindung stehenden Teile. Nach dem Einsetzen und Aufziehen der Kassette warte man etwa eine Minute ab, bis der Apparat wieder vollständig ruhig steht und exponiere erst dann.

Die *Exposition* geschieht einfach dadurch, daſs die Öffnung der Hilfsblende verdeckt und freigegeben wird. Dazu dient am einfachsten ein Stück schwarzes Papier, welches an einem Ende quer geknickt wird, sodaſs man es auf die Blende aufsetzen kann. Nach vollendeter Exposition wird erst wieder die Blendenöffnung verdeckt und dann die Kassette geschlossen.

Die Sonne als Lichtquelle.

Bisher ist nur die Verwendung künstlicher Lichtquellen besprochen. Wo sie zu haben ist, kann auch die **Sonne als Lichtquelle** dienen, jedoch erfordert ihre Benutzung einige Hilfsinstrumente. Bekanntlich ändert die Sonne fortwährend ihren scheinbaren Ort am Himmel, und es würde daher das Bild der Sonne im Objektiv sich auch fortwährend ändern, wenn nicht dafür Sorge getragen würde, daſs *die Bewegung der Sonne durch mechanische Hilfsmittel kompensiert würde.* Das Sonnenlicht wird durch Spiegel auf den Hilfskondensor geworfen, *der groſse Kondensor wird dabei ausgeschaltet.* Die Sonne füllt nur für starke Trockensysteme und Immersionen ein hinreichend groſses Bildfeld aus. Für schwächere Linsen wird nicht die Sonne direkt, sondern *eine mit Sonnenlicht beleuchtete, auf die Hilfsblende gelegte Mattscheibe benutzt.* Um dabei gröſsere Helligkeit zu bekommen, wird das vom Spiegel kommende Lichtbüschel durch die zweite groſse Kondensorlinse unscharf auf die matte Scheibe in hinreichender Gröſse projiziert. Zur Kompensierung

der Sonnenbewegung dienen die sogen. **Heliostaten.** Die Heliostaten sind parallaktisch aufgestellte Spiegel, welche durch ein Uhrwerk, das auf den Sonnengang einreguliert ist, der Bewegung der Sonne angepaſst werden. Ein solches Instrument von Fueſs ist in Figur 158 abgebildet. Die gute und richtige Aufstellung eines solchen Instrumentes ist nicht ganz leicht. Der Bügel D_1 muſs genau in der Richtung des Meridians stehen. Die auf ihm angebrachte Teilung dient zur Einstellung der Polhöhe des Beobachtungsortes. Beide Daten lassen sich aus den Generalstabskarten mit hinreichender Genauigkeit ermitteln. An dem Kreisbogen *D* wird die Sonnenhöhe, ihre Deklination, an Kreis *n* die Sonnen-

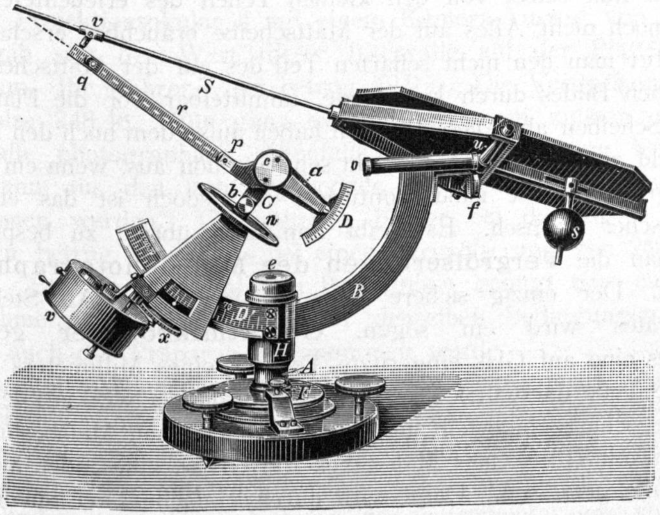


Fig. 158.

zeit, Rektascension, eingestellt. Die hierzu nötigen Angaben entnimmt man einem Kalender oder einem astronomischen Tabellenwerk (Nautical Almanach, Berliner astronomisches Jahrbuch u. s. w.). Durch den beweglichen Bügel *B* läſst sich der reflektierte Sonnenstrahl nach dem Mikroskop dirigieren. Der Spiegel des Heliostaten muſs auf der Oberfläche versilbert sein, weil sonst mehrfache Reflexionen und mehrere Sonnenbilder durch den Kondensor entstehen. Gewöhnlich lenkt man das Sonnenlicht nicht direkt zum Kondensor des Mikroskopes, sondern auf einen Hilfsspiegel. Auf diese Weise vermeidet man die häufig unmögliche Aufstellung des ganzen Apparates in der Richtung des Meridians. Die Axe des mikrophotographischen Apparates kann auf diese Weise einen beliebigen Winkel mit der Richtung des reflektierten Strahlen-

büschels bilden. Auf die genauere Beschreibung braucht hier nicht eingegangen zu werden, denn in unsern Breiten empfiehlt es sich wirklich nicht, die Sonne als Lichtquelle zu benutzen. Früher war dies nötig, um einige besonders schwierige Diatomeen, insbesondere die Amphipleura pellucida und ähnliche aufzulösen. Heutzutage gelingt das mit elektrischem Bogenlicht ebenso leicht, ja sogar unter Benutzung passender Lichtfilter zur Not auch mit Zirkonlicht. Derartige Aufnahmen liegen jedoch aufserhalb des Rahmens des vorliegenden Buches, weil sie Kunststückchen mikrophotographischer Virtuosen sind, und es sei daher für diese Fälle auf die Publikationen von Neuhaufs, Zettnow u. A. verwiesen.

Begrenzung des Bildes.

Da nun selbst von den kleinen Teilen des erleuchteten Bildfeldes noch nicht Alles auf der Mattscheibe brauchbar erscheint, so blendet man den nicht scharfen Teil des auf der Mattscheibe befindlichen Bildes durch kreisrunde, unmittelbar vor die Platte gesetzte Scheiben ab. Diese Blenden haben aufserdem noch den Zweck, das Bild zu begrenzen. Es sieht sehr unschön aus, wenn ein Mikrophotogramm nicht rund konturiert ist, jedoch ist das ein rein ästhetischer Wunsch. Es bleibt nun noch übrig, zu besprechen, wie man die **Vergröfserungen der Mikrophotographie** bestimmt. Der einzig sichere Weg ist folgender: An Stelle des Präparates wird ein sogen. **Objektmikrometer** gebracht, welches eine auf Glas eingeritzte Teilung eines Millimeters in 100 gleiche Teile darstellt. Dieses Objektmikrometer wird auf der Mattscheibe scharf eingestellt und zur oberflächlichen Mafsbestimmung einfach mit Hilfe eines Mafsstabes die Gröfse eines oder mehrerer Intervalle gemessen. Dann wird durch einfache Division die Vergröfserung gefunden. Zur genaueren Messung wird die Teilung photographiert. Diese Bestimmung der Vergröfserung giebt eine der **genauesten Methoden der Mikrometrie** ab. Zu dem Ende wird die Mikrometerteilung in gewöhnlicher Weise photographiert und auf dem Negativ mit Hilfe eines genauen, auf Glas aufgetragenen Mafsstabes, der zweckmäfsigerweise in halbe Millimeter geteilt ist, unter einer Lupe genau ausgemessen. Verfasser hat mit dieser Methode in den Jahren 1892 und 1893 einige tausend Messungen an Blutkörperchen und Säugetiereiern angestellt und dabei Resultate erhalten, welche an Genauigkeit die gewöhnlichen Messungen der Mikroskopie nicht nur erreichen, sondern seiner Ansicht nach weit übertreffen (Virchows Archiv Bd. 133). Wo es auf höchste Genauigkeit ankommt, müssen zuvor die Intervalle des Objektmikrometers genau untersucht werden, weil sie nicht absolut gleich sind. Bei gröfseren Messungsreihen wird das Objekt-

Bestimmung der Vergröfserung.

Mikrometrische Messung.

mikrometer wiederholt zu Anfang, in der Mitte und am Ende der Aufnahme photographiert. Dabei ist darauf zu achten, daſs die Objektträgerdicke der zu messenden Präparate dieselbe ist, wie die des Objektmikrometers. Versäumt man diese Vorsicht, so kann man zu merkbaren Abweichungen kommen. Weil sich die Vergröſserung bei einer gröſseren Anzahl von Aufnahmen in der Zwischenzeit ändern kann, so hat Verfasser gelegentlich eines Versuches festgestellt, daſs während einer Versuchsdauer von 3 Stunden, wo die Temperatur des Arbeitszimmers allmählich von 12 auf 20 Grad R. gesteigert wurde, die Vergröſserung von 248,36 auf 250,00 unter sonst gleichen Bedingungen anwuchs. Werden z. B. auf dem angeführten Objektmikrometer die ersten 50 Intervalle photographiert mit Apochromat 8 mm, Projektionsokular 4 mit einem Kamera-Auszug von 75 cm, so ergab sich der Wert dieser Intervalle auf der Platte gleich 12,4 mm. Ihr wahrer Wert betrug 49,9 μ. Die Vergröſserung betrug also 248,48. Für ganz exakte Messungen müssen mehrere Intervalle photographiert, ebenfalls die Vergröſserung berechnet und dann aus den sich ergebenden Vergröſserungen das Mittel genommen werden. Der mittlere Fehler bei derartigen Bestimmungen betrug $+$ 0,03 μ bei einer Vergröſserung von 248,44 im Mittel. Für die gewöhnlichen Bedürfnisse genügt eine einmalige Aufnahme des Mikrometers unter denselben Bedingungen, unter denen auch das Präparat aufgenommen wurde.

Vereinfachungen.

In den vorstehenden Zeilen sind die wichtigsten Verhältnisse, die bei den Anfertigungen von Mikrophotogrammen in Betracht kommen, besprochen und auch gelegentlich darauf hingewiesen, wie für die einzelnen nötigen Instrumente ein Ersatz zu schaffen ist. Das Streben nach Vereinfachung des Instrumentariums veranlaſst namentlich den Anfänger, seinen Erfindungsgeist zu versuchen und neue Apparate zu konstruieren. Wer dazu die Neigung verspürt, lese zunächst das Lehrbuch der Mikrophotographie von Neuhauſs, der eine geschichtliche Entwicklung der Mikrophotographie giebt, recht gründlich. Er wird dann erkennen, daſs alle seine Ideen schon längst ausgeführt, aber wieder verlassen sind, weil sie sich nicht bewährten. Wer genügendes mechanisches Geschick und Zeit genug hat, kann allerdings mit einfachen Instrumenten und vereinfachten Hilfsmitteln auskommen. Zunächst kann man den groſsen Kondensor sparen, indem man etwa einen vorhandenen Projektionsapparat vor das Mikroskop stellt. Stellt man die Lichtquelle, z. B. eine ganz gewöhnliche Petroleumlampe, ca. 50 cm vor das Mikroskop, so kann man sie auch durch die verschiedenen Hilfskondensoren direkt in das Objekt projizieren. Die Expositionszeit nimmt

dann natürlich erheblich zu. Ja, man kann sogar mit gewöhnlichem Tageslichte ganz in derselben Weise Aufnahmen machen, wie man mikroskopiert, wenn man nur durch Schirme oder Schutzhülsen dafür Sorge trägt, daſs auſser dem durch den Kondensor von unten her gelieferten Lichte kein anderes auf das Präparat gelangt. Auf diese Weise ist der in Fig. 159 abgebildete Schneekristall aufgenommen, wo nicht einmal ein Kondensor, sondern nur der gewöhnliche Hohlspiegel zur Beleuchtung diente. Bei diesem Objekte muſste der ganze Aufnahmeapparat ins Freie gebracht werden, damit die Schneeflocken nicht schmolzen. Als Kamera diente die Reisekamera, welche auf zwei Stühlen ihren Platz gefunden hatte, wie es oben beschrieben ist. Noch mehr dürfte sich das Instrumentarium wohl nicht vereinfachen lassen. Wer die bevorstehenden Erörterungen gründlich verstanden und im Gedächtnis hat, wer das Prinzip der Sache kennt, wird gegebenenfalls mit den einfachsten Hilfsmitteln auskommen. Wer dagegen für jede einzelne Operation eine ganz genaue Vorschrift, für jede Stellung der Linsen eine genaue Maſsangabe, kurz ein starres Schema braucht, wird es nicht weit bringen. Wissenschaftliche Photographie ist eben kein Handwerk, sondern eine der Beschäftigungen, die eigene Überlegung, eigenes Suchen und ausdauernde Arbeit erfordern.

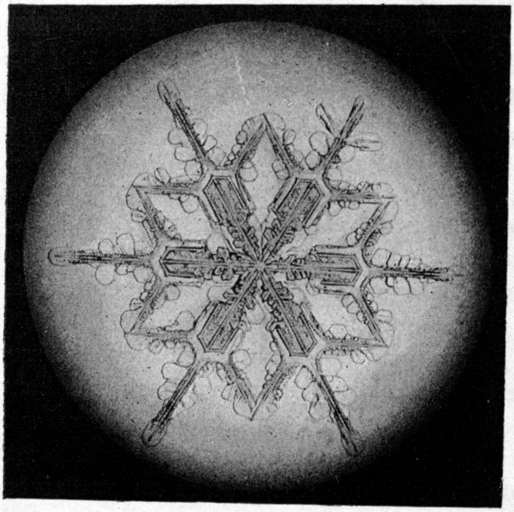


Fig. 159.

Es sind nun noch einige Specialfälle zu besprechen, einmal die Aufnahme mit Hilfe des Mikrospektroskopes, dann die Verwendung des polarisierten Lichtes und die Anfertigung von Stereoskopbildern mit dem Mikroskop. Der letzte Fall soll mit besprochen werden in Kapitel VII.

Mikrospektralaufnahmen.

Die Aufnahme von Spektren kann auf zwei Weisen geschehen, entweder man entwirft ein Spektrum in der Ebene des Objektes und photographiert dieses Spektrum nach Analogie eines Präparates, oder man zerlegt das Licht erst spektroskopisch, nach-

dem das Bild des Objektes bereits erzeugt ist. In der Regel ist dieser letztere der bequemere Weg. Zu dem Ende verwendet man eins nach Art der in Figur 160 abgebildeten Abbé-Zeiſsschen **Mikrospektroskope.** Dieses Instrument besteht aus einem Huyghens-Okular, bei dem in der Ebene der Blende die Spaltmechanik (vergl. Fig. 161) angebracht ist. Das Prisma ist oberhalb der Augenlinse befestigt und besteht in der beigegebenen Figur aus einem dreiteiligen Prisma mit gerader Durchsicht. Seitlich ist noch ein Rohr *RN* angebracht, welches bei *N* eine Skala, am besten eine Wellenlängenskala, trägt, die durch den Spiegel *O* beleuchtet, auf die vordere Seite des Prismas durch die Linse *R* geworfen und von da ins Auge reflektiert wird. Man verwendet dies Spektroskop am einfachsten nach Analogie der Photographie mit gewöhnlichen Achromaten und gewöhnlichem Huyghensschen Okular. Es muſs also die eigent-

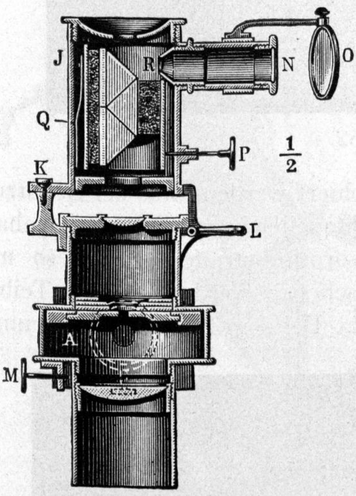


Fig. 160.

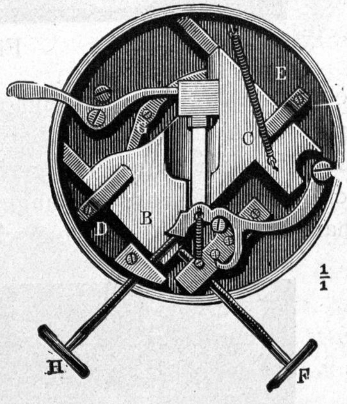


Fig. 161.

liche Okularlinse so weit herausgezogen werden, daſs der Spalt durch sie auf die Mattscheibe scharf projiziert wird. Darauf sind nun die gewöhnlichen Mikrospektroskope nicht eingerichtet, und man muſs daher den Arm bei *K* und entsprechend den Klemmhebel *L* verlängern lassen.

Die spektroskopische Aufnahme körperlicher Objekte führt nun nicht zu einem guten Resultate, weil dann durch die Struktur des Objektes im Spektrum zahllose Längslinien entstehen. Will man z. B. das Spektrum vom Blut aufnehmen, so ist es besser, den Blutfarbstoff durch Zusatz von Wasser zu lösen, als die Blutkörperchen direkt auf die Mattscheibe zu projizieren und das Licht zu zerlegen, oder das Präparat etwas unscharf einzustellen. Auf

diese Weise erhält man eher gute Bilder. Das Verfahren selbst ist einfach. Zunächst wird das Prisma zur Seite geklappt und die Okularlinse so weit verschoben, daſs der Spalt auf der Mattscheibe scharf erscheint. Ist das der Fall, so wird das Prisma vorgeklappt, durch den Hebel *L* in seiner centrischen Lage festgehalten und dann die Aufnahme bewirkt. Soll gleichzeitig die

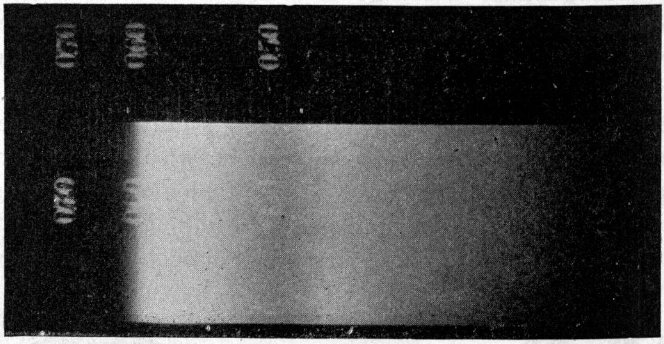


Fig. 162.

Vergleichsskala mit photographiert werden, was bei Benutzung der gewöhnlichen künstlichen Lichtquellen den einzigen Anhaltspunkt für die Lage etwaiger Absorptionsstreifen giebt, so muſs auch das Skalenrohr so lange verschoben werden, bis die Teilung scharf auf der Mattscheibe erscheint. Bei dem Zeiſsschen Instrument

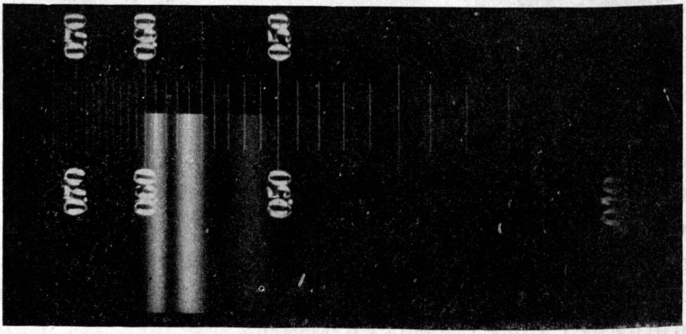


Fig. 163.

ist es bei dieser Verstellung nötig, die kleine Schraube, welche zur Führung und zum Festklemmen des Rohres dient, zu entfernen, weil der Führungsschlitz für die nötige Verschiebung nicht ausreicht. Die Verbindung des Spektroskopes mit der Kamera muſs durch einen Tuchärmel und die Verdeckung des zwischen Okularlinse und Prismengehäuse verbleibenden Spaltes

durch einen Tuchstreifen geschehen. Die in Fig. 162 u. 163 beigegebenen Spektren sind auf diese einfache Weise gewonnen und stellen ein gewöhnliches kontinuierliches Spektrum auf orthochromatischer Perutzplatte und das Absorptionsspektrum des Blutes dar. Das beschriebene Mikrospektroskop läſst sich auch für sich allein gebrauchen und ermöglicht eine schärfere Wiedergabe der Fraunhoferschen Linsen als das einfache Taschenspektroskop, dessen Verwendung zu Spektralaufnahmen im letzten Kapitel berührt wird. Die Einstellung des Spektrums geschieht genau so wie bei der Kombination mit dem Mikroskop. Meist erhält man eine gröſsere Helligkeit durch Vereinigung der von der Lichtquelle ausgehenden

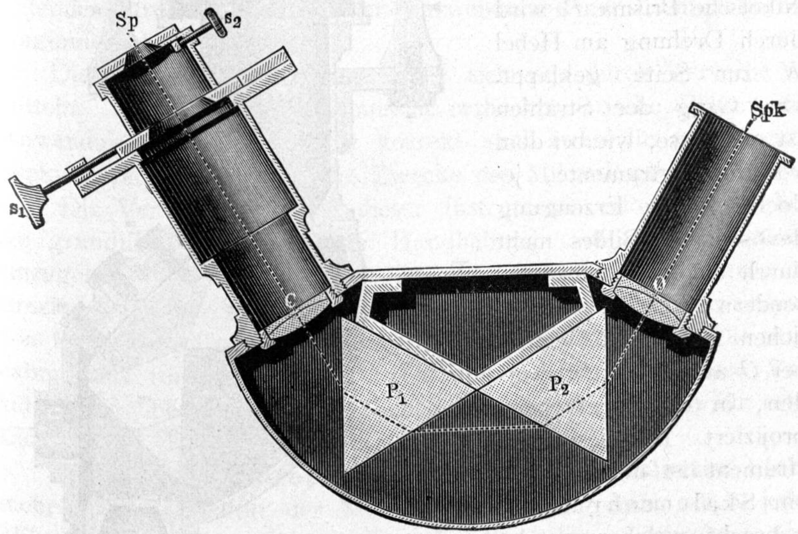


Fig. 164.

Strahlen durch eine Sammellinse zu einem Bilde der Lichtquelle in der Nähe der Kollimatorlinse. Der genaue Ort ist durch Versuche festzustellen. Ganz scharf können die Linien durch ein derartiges Instrument nie werden. Zur Beleuchtung des Skalenspiegels ist in der Regel eine besondere Lichtquelle und eine kürzere Exposition erforderlich. Die Spektren Fig. 162 u. 163 sind je 2 Minuten, die Skala 20 Sekunden belichtet.

Fig. 164 stellt ein Spektroskop nach Hartnack dar, welches dazu dienen soll, ein Spektrum in der Ebene des Präparates selber zu entwerfen. Dieses Instrument wird mit Hilfe eines besonderen Centrierkopfes in den Träger des Beleuchtungsapparates eingesetzt. Durch den Spalt *Sp* fällt das Licht auf die Linse *C*, wird durch diese Linse parallel gemacht, passiert dann die Prismen P_1 Spektroskop nach Hartnack.

und P_2 und tritt bei *O* wieder aus. Die Linse *O* entwirft ein scharfes Bild in der Ebene des Objektes. Durch die Schraube s_1 läſst sich das Spektrum allmählich durch das Gesichtsfeld führen, durch s_2 der Spalt enger oder weiter stellen.

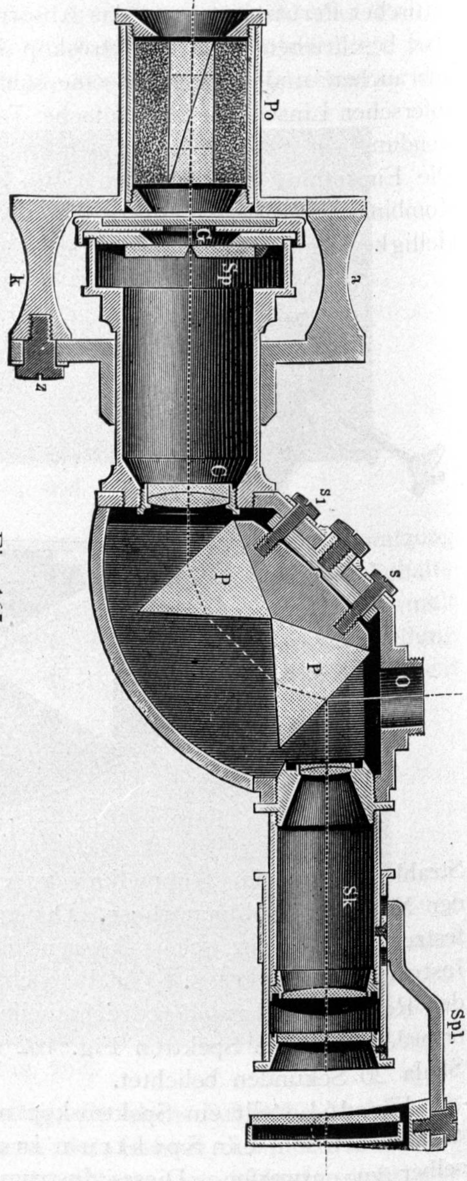


Fig. 165.

Spektropolarisator.

In ähnlicher Weise kann auch der **Spektropolarisator** (Fig. 165) verwendet werden. Das Nikolsche Prisma *Po* wird durch Drehung am Hebel *K* zur Seite geklappt. Der Gang der Strahlen ist gerade so, wie bei dem vorigen Instrumente, jedoch wird die Erzeugung des scharfen Bildes nicht durch ein festes Objektiv, sondern durch die gewöhnlichen Achromate, welche bei *O* aufgeschraubt werden, in die Objektebene projiziert. Bei diesem Instrument ist auch seitlich ein Skalenrohr *Sk* angebracht, welches mittelst des Spiegels *Spl* erleuchtet wird und ein Bild der Skala gleichzeitig mit dem Spaltbilde scharf erscheinen läſst. Selbstverständlich kann dieses Instrument ganz in der gleichen Weise auch als Spektropolarisator verwertet werden. Die Lichtquelle wird dann möglichst scharf auf den Spalt *Sp* geworfen, bez. auf die vordere Fläche des Nikolschen Prismas *Po*. Zu allen diesen Arbeiten eignen sich vorzugsweise sehr intensive Lichtquellen.

Die **Justierung** der Mikrospektroskope erfolgt so, dafs die Natriumlinie, die man am einfachsten durch Glühen einer Sodaperle in einem Bunsenschen Brenner erzeugen kann, auf dem Teilstrich 0,589 der Wellenlängenskala eingestellt wird. Bei dem in Fig. 160 abgebildeten Spektroskop geschieht das durch die Schraube *P*, durch die das Prisma verstellt wird. Beim Spektropolarisator wird diese Einstellung bereits von der Firma besorgt. Sollte sie sich verändert haben, so kann sie korrigiert werden durch Anziehen der Schraube *S* oder S_1 und Lockern der entsprechenden zweiten Schraube. Mit Hilfe dieser Wellenlängenskala hat man dann einen Anhaltspunkt über die Lagen der verschiedenen, im Spektrum auftretenden Streifen, auch bei der Verwendung einer Lichtquelle mit kontinuierlichem Spektrum.

Die **Expositionszeiten** lassen sich nur durch Versuche ermitteln. Selbstverständlich müssen orthochromatische Platten zur Anwendung kommen. Ganz korrekt sind zwar die gewonnenen Spektren nicht, aber für die Zwecke des Mikroskopikers genügen sie. Die Verwendung aller dieser Instrumente erfordert natürlich die gründliche Kenntnis ihrer Handhabung, auf die des näheren einzugehen hier nicht der Ort ist. Die gewonnenen Spektren erstrecken sich bei genügend langer Exposition unter Verwendung von Erythrosinsilberplatten nicht ganz bis zur Linie *D*. Die Aufnahme des roten Teiles des Spektrums erfordert besondere Vorkehrungen, bestehend in der Sensibilisierung der Platten für rotes Licht (vergl. Kapitel IV Seite 158).

Obschon **die Mikrophotographie im polarisierten Licht** mehr eine Specialität der Mineralogen ist, so kann auch jeder Mikroskopiker, sei er Histologe, oder Botaniker, Technologe oder dergl. in die Lage kommen, derartige Aufnahmen machen zu müssen. Sie bieten an sich keine besonderen Schwierigkeiten; aber durch die häufig auftretenden charakteristischen Farbenerscheinungen und durch die Einschaltung des Polarisationsapparates ist man in der Auswahl der Objektive und der Aufnahmemethoden weit mehr beschränkt als in der gewöhnlichen Mikrophotographie. Da die Farbenerscheinungen, die im polarisierten Lichte auftreten, sehr häufig gerade das Charakteristische an der Aufnahme sind, so kann auf die direkte Farbenwirkung nicht verzichtet werden, und die Einschaltung von Farbenfiltern zur Beseitigung von Farbenabweichungen der Objektive wird bis zu einem gewissen Grade unmöglich gemacht. Man ist daher in der Regel angewiesen auf die Verwendung der **Apochromate** in ihrer Kombination mit dem **Projektionsokular.** Dafs nicht die gewöhnlichen Achromate ohne Okular

Polarisiertes Licht.

Wahl der Objektive.

verwendet werden können, hat seinen Grund darin, daſs die Herstellung des Analysators in der entsprechenden Gröſse wegen der Seltenheit des Materials (des Kalkspates) auf Schwierigkeiten stöſst.

Beleuchtung. In der Regel wird bei mikrophotographischen Aufnahmen die **Beleuchtung im konvergenten Lichte** geschehen müssen. Zu seiner Erzeugung dient der achromatische Kondensor.

Polarisator. Unterhalb des Kondensors in den Träger der Irisblende des Abbéschen Beleuchtungsapparates wird der **Polarisator** eingehängt. Leider sind wohl alle diese Instrumente, soweit sie nicht an Specialmikroskopen angebracht sind, nur für das aufrecht stehende Mikroskop bestimmt. Sollen bei umgelegtem Mikroskop, wie es in der Mikrophotographie die Regel ist, derartige Apparate zur Anwendung kommen, so muſs durch ein Papier oder durch einen Korkstreifen um die Fassung des Nikolschen Prismas herum der Polarisator gegen die Irisblende angedrückt werden, da er sonst sich senkt und seine Axe nicht mit der optischen Axe des Mikroskopes übereinstimmt. Vielleicht entschlieſsen sich unsere Firmen dazu, durch eine kleine Bajonettvorrichtung diese lästige Befestigungsweise überflüssig zu machen. Der Polarisator hat eine relativ kleine Öffnung von etwa 1 qcm. Infolgedessen kann nur ein relativ kleiner Lichtkegel durch ihn hindurch zum Kondensor gelangen. Somit wird aber ganz von selbst die Apertur des Beleuchtungskegels stark vermindert. Daraus folgt wiederum, daſs für alle derartigen Aufnahmen nur Objektive mit relativ kleiner Apertur, also in der Regel Trockensysteme bis zu 4 mm Brennweite, auszunutzen sind. Bei allen anderen muſs man mit der stark beschränkten Apertur auskommen.

Präparat. Das Präparat kommt, wie gewöhnlich, auf den Objekttisch, wird hier in die geeignete Lage zur Schwingungsebene des Polarisators gebracht, wobei ein drehbarer Objekttisch groſse Erleichterungen gewährt und in gewöhnlicher Weise scharf eingestellt. Die Regulierung des Beleuchtungskegels ist nur in sehr bescheidenen Grenzen möglich, da, wie eben gesagt, der Polarisator schon eine Einengung des Beleuchtungskegels unumgänglich macht.

Okular u. Analysator. Dann wird das Projektionsokular eingesetzt und in der oben geschilderten Weise das Bild scharf auf der Mattscheibe eingestellt. Die mikrophotographische Technik an sich ist ganz die gleiche wie bei gewöhnlichen Aufnahmen. Den **Analysator** befestigt man am besten oberhalb des Projektionsokulars. Zu dem Ende wird die Blende vor der oberen Linse abgeschraubt und ein entsprechend konstruiertes Prisma an ihrer Stelle aufgeschraubt. Die Einstellung der Schwingungsebene gegen die des

Polarisators erfolgt durch Drehen des ganzen Okulares. Wollte man nur die obere Linse verstellen, so würde ja die Einstellung auf die Blende des Okulares vernichtet werden.

Andere Anordnungen.

Diese Anordnung ist von den sonst üblichen für photographische Zwecke die vorteilhafteste. Wenig zweckmäſsig ist die Anbringung des Analysators unmittelbar oberhalb des Objektives, weil der Strahlengang durch den massigen Körper stark beeinträchtigt wird. Am schönsten wäre die von Abbé vorgeschlagene Anordnung des Analysators zwischen den Okularlinsen, aber Zeiſs liefert

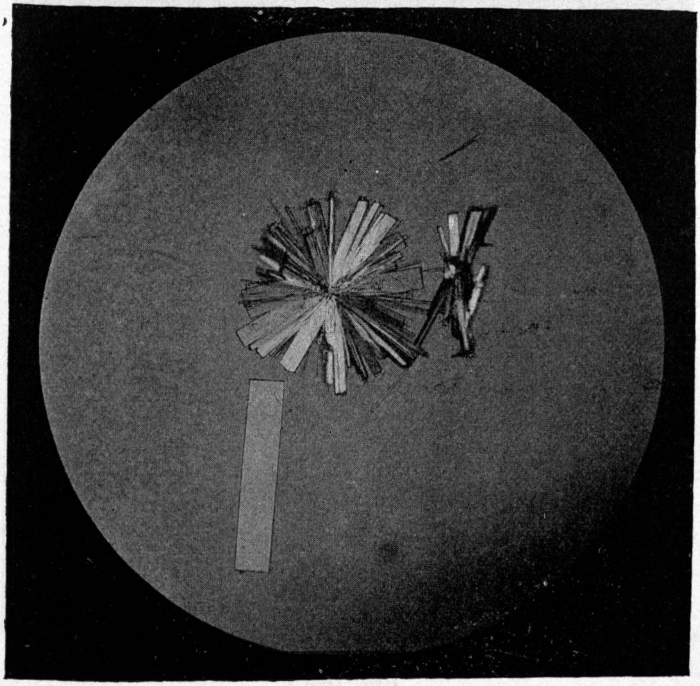


Fig. 166.

wegen des schwer zu beschaffenden Materials und der hohen Kosten dieses Okular nicht mehr. Wer noch glücklicher Besitzer eines derartigen Analysators ist, kann ihn einmal so verwenden, wie es bei Verwendung der gewöhnlichen Okulare auf Seite 302 beschrieben ist, oder er kann sich das Prisma in ein Projektionsokular einsetzen lassen.

Die gewöhnlichen Achromate lassen sich, wie bereits gesagt, aus dem Grunde nur in seltenen Fällen verwenden, weil man nicht auf die Farbwirkung der Präparate verzichten kann.

Sie erfordern ja, wie oben auseinandergesetzt ist, die Verwendung ziemlich eng begrenzten grünen Lichtes.

Die Expositionszeiten sind natürlich der vielfachen Schwächung des Lichtes wegen entsprechend verlängert. Als Plattensorten werden in der Regel die orthochromatischen Platten nötig sein, allenfalls kann zur Milderung der Farbenkontraste eine leichte Gelbscheibe zur Dämpfung der brechbareren Strahlen eingeschaltet werden. Auch der **Einschaltung**

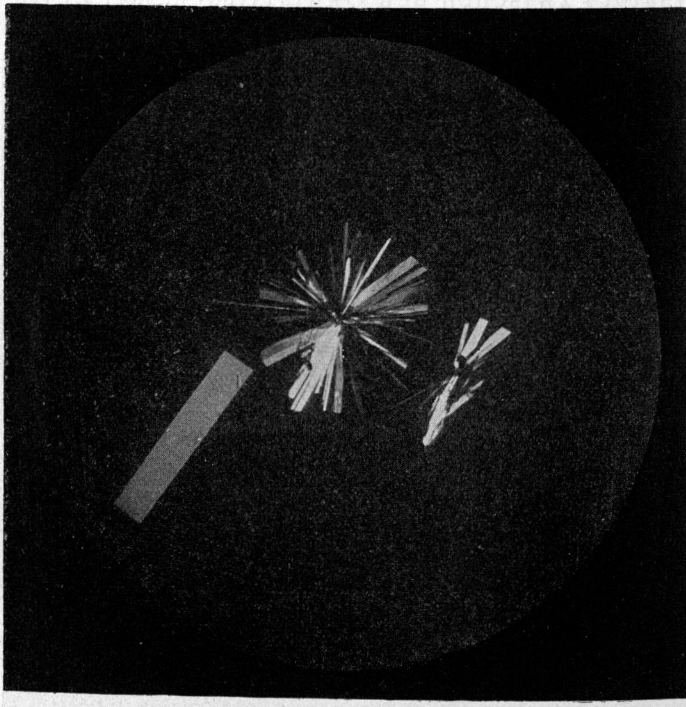


Fig. 167.

der Gips- und Glimmerplättchen, die man am besten über dem Polarisator anbringt, steht nichts im Wege und erfolgt wie bei der Okularbetrachtung. Auf die beschriebene Weise sind die Aufnahmen 166—168 von milchsaurem Zink angefertigt. Als Objektiv diente Zeiſs' Apochromat 16 mm, als Projektionsokular Nr. 4. Fig. 166 ist bei parallelen Nikols, 167 bei gekreuzten und 168 nach Einschaltung eines Gipsplättchens Rot erster Ordnung bei gekreuzten Nikols aufgenommen. Auch die im letzten Kapitel reproduzierte Aufnahme von Salycinkristallen ist in gleicher Weise bei gekreuzten Nikols hergestellt.

Recht erhebliche Schwierigkeiten bietet die Aufnahme der sog. **Axenbilder** von Krystallen. Axenbilder. Die Anordnung des Polarisators, des Analysators und des Objektives bleibt dieselbe wie vorhin. Dann wird aber der innere Tubus herausgeschraubt und an dessen unterem Ende, das wenigstens bei den Zeifsschen Mikroskopen ein entsprechendes Gewinde trägt, ein möglichst schwaches Objektiv angeschraubt. Für die Zwecke der photographischen Aufnahme dürfte sich das 35 mm-Objektiv

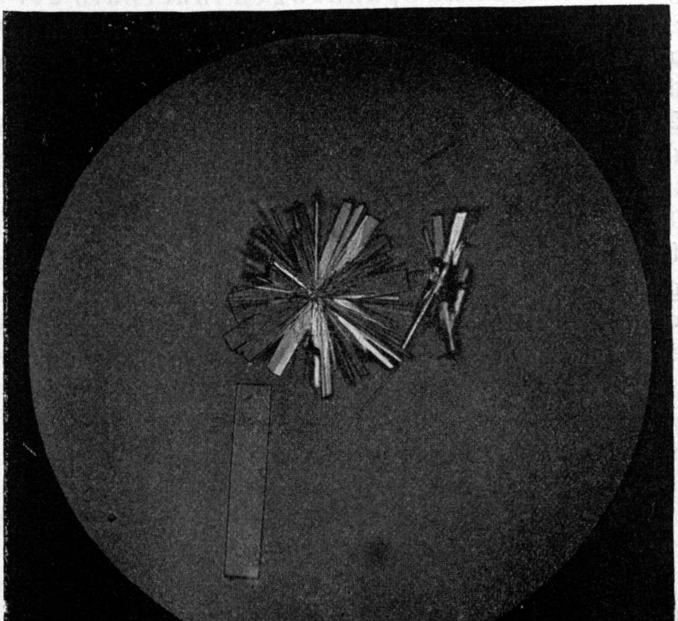


Fig. 168.

von Zeifs empfehlen. Dies Objektiv wird auf die obere Brennebene des Objektives scharf eingestellt und dann mit Hilfe des Projektionsokulares das Bild in gewöhnlicher Weise auf die Mattscheibe projiziert. Es kann hier nicht näher darauf eingegangen werden, theoretische Erörterungen über die Axenbilder zu geben. Diejenigen, die in die Lage kommen, derartige Bilder zu machen, werden diese Kenntnisse ohnehin besitzen. Schwierig ist nur die Wahl der Objektive. Wahl der Objektive. Die Zeifsschen Apochromate enthalten bekanntlich eine Linse aus Flufsspat, der an sich ein sehr geeignetes Objekt für den Polarisationsapparat darbietet. Es

ist nun kaum möglich, eine Flufsspatlinse so herzustellen, dafs sie ein homogenes Gefüge hat. Bei der angegebenen Anordnung zur Axenbilderbeobachtung treten aber bei gekreuzten Nikols alle Unregelmäfsigkeiten der Flufsspatlinse auf das deutlichste hervor, so dafs die Apochromate für diesen Zweck ungeeignet erscheinen. Auch die Achromate von Zeifs enthalten zum Teil Flufsspat. Es wäre also eine sehr vorsichtige Auswahl der Objektive nötig oder Wahl von Objektiven ohne Flufsspat. Ferner erzeugen bekanntlich auch Spannungen innerhalb der Glaslinsen, die durch die Fassung leicht entstehen können, Doppelbrechungen in den Gläsern, so dafs auch Objektive mit Spannung für die Axenbilderaufnahmen ungeeignet sind. Man wird also schliefslich dazu gelangen, weniger vollkommene Achromate für diese Aufnahmen zu verwenden, wodurch allerdings die Qualität des Bildes wieder erheblich leidet.

Die Axenbilderphotographie ist noch einer der verbesserungsbedürftigsten Zweige in der Mikrophotographie. Dafs sich aber vorzügliche Aufnahmen machen lassen, das zeigen die in der Zeifsschen Werkstätte ausgeführten Axenbilderphotographieen von Liebisch in dessen Lehrbuch der Physikalischen Krystallographie.

KAPITEL VII.

DIE STEREOSKOPIE.

Zweck der Stereoskopie.

Durch die **Stereoskopie** ist die Möglichkeit gegeben, die Aufsenwelt auch im Bilde **körperlich** darzustellen. Für gewöhnlich wird im Bilde, wie es die Kamera oder der Stift des Künstlers liefert, der plastische Eindruck durch die Verteilung von Licht und Schatten und durch die perspektivische Zeichnung erstrebt. Der dadurch verursachte körperliche Eindruck ist aber kein unmittelbarer, sondern entsteht erst in unserer Vorstellung durch einen uns gröfstenteils durch lange Übung kaum zum Bewufstsein kommenden, komplizierten Denkprozefs. Anders bei der Stereoskopie. Hier bedienen wir uns der Mittel, welche die Natur in unserem Sehorgan anwendet, und erreichen dadurch den unmittelbaren sinnlichen Eindruck, so dafs wir gar nicht das Bewufstsein haben, ein Bild zu betrachten, sondern glauben, vor dem Objekt selber zu stehen.

Vorteile der Stereoskopie.

Gute Stereogramme erwecken diesen Eindruck in so ausgezeichneter Weise, dafs es wunderbar erscheint, warum so wenig von dieser Methode der körperlichen Darstellung Gebrauch gemacht wird. Gerade für die Zwecke der Wissenschaft und des Unterrichts giebt es kein besseres Mittel, komplizierte räumliche Verhältnisse im Bilde naturgetreu anschaulich zu machen, als die Stereoskopie. Es erfordert grofse Übung und Erfahrung, aus einem einfachen Bilde sich eine genügende Vorstellung der wirklichen Verhältnisse zu schaffen. Wohl jeder, der mit Studenten in praktischen Kursen zu thun gehabt hat, wird die Beobachtung machen,

daſs ihnen das Vorstellen im Raume ungewöhnliche Schwierigkeiten bereitet, insbesondere in der Mikrographie, wo es gilt, durch Kombinationen verschiedener Ebenen sich ein körperliches Bild des Objektes zu verschaffen. Das hat offenbar nicht zum geringsten Teile darin seinen Grund, daſs die getreuen Berater, die Lehrbücher, die erläuternden Zeichnungen natürlich stets in der Ebene des Papieres und womöglich noch recht schematisch als Flächengebilde enthalten. Selbst in Disciplinen, wie Anatomie, Pathologie und verwandten Fächern, wo der angehende Forscher die verschiedenen Teile eines Organs eigenhändig darstellt und ihre Lage und Gestalt in natura vor sich sieht, schwindet mit dem Objekt auch das deutliche Bewuſstsein der räumlichen Verhältnisse, und in dem Gedächtnis haftet nicht die Erinnerung an den wirklichen Körper, sondern an die ebene Abbildung des Lehrbuches. Diesem Übelstande kann nur abgeholfen werden, wenn in ausgedehnterem Maſse von der stereoskopischen Abbildungsweise im Unterricht und in den Lehrbüchern Gebrauch gemacht wird. Bei der Vervollkommnung der modernen Reproduktionsverfahren stehen dem keine technischen Schwierigkeiten im Wege, wie dies eine Reihe von vortrefflichen Publikationen beweisen. Allerdings setzt das richtige Sehen eines stereoskopischen Bildes voraus, daſs der Mensch zwei normale, gesunde Augen hat. Neuerdings macht die Stereoskopie erfreuliche Fortschritte, und hoffentlich werden noch recht viele und einfluſsreiche Lehrer sich davon überzeugen, was das Stereoskop zu leisten vermag und diese Art der Abbildung in ihren Anstalten einführen zur eigenen Erleichterung beim Lehren und zur Erleichterung des Verständnisses für den Schüler. Mehr als alle Worte wird der Anblick guter Stereogramme der Stereoskopie neue Anhänger verschaffen. Verfasser, der in seinen photographischen Kursen ein besonderes Gewicht auf die Stereoskopie legt, benutzt zur Einübung des stereoskopischen Sehens und zur Demonstration der Vorteile des Verfahrens einige Bilder der pathologischen Anatomie und hat leider immer wieder Gelegenheit zu sehen, daſs einer groſsen Anzahl selbst älterer Leute die Stereoskopie ganz unbekannt ist. Es kommt öfter aus schwer einzusehenden Gründen vor, daſs dieser oder jener daran verzweifelt, daſs er das Bild räumlich zu sehen vermag und daher die Stereoskopie für überflüssig hält, bis dann mit einem Male die Bilder sich vereinigen und nun das Objekt im Stereoskopkasten zu liegen scheint, und fast stets erfolgt dann der Ausruf: »Wahrhaftig! Ach das Bild müssen Sie mir schenken.« Für die, welche sich nicht sogleich aus eigener Anschauung überzeugen können, mögen hier die Worte von Helm-

holtz aus seiner Physiologischen Optik über die Leistungsfähigkeit der Stereoskopie angeführt werden. Er schreibt:

»Die Naturwahrheit solcher stereoskopischen Photographieen und die Lebhaftigkeit, mit der sie die Körperformen darstellen, ist nun in der That so groſs, daſs manche Objekte, wie z. B. Gebäude, die man aus Stereoskopbildern kennt, wenn man später in Wirklichkeit vor sie hintritt, nicht mehr den Eindruck eines unbekannten, oder nur halb bekannten Gegenstandes machen. Man gewinnt in solchen Fällen durch den wirklichen Anblick des abgebildeten Gegenstandes wenigstens für die Formverhältnisse keine neue und keine genauere Anschauung mehr, als man schon hat. Wieviel durch das stereoskopische Sehen gewonnen wird, ist auch hierbei natürlich am auffallendsten an den Bildern solcher Gegenstände, welche sich schlecht zur Darstellung in einer einfachen Zeichnung oder einem Gemälde eignen, wie zum Beispiel an Bildern von unregelmäſsigen Felsen, Eisblöcken, mikroskopischen Objekten, Tieren, Wäldern u. s. w. Namentlich die Abbildung von Gletschereis mit seinen tiefen Spalten, welche durch die Masse des Eises hindurch erleuchtet sind, machen eine überraschende Wirkung. Das einzelne Bild, einzeln betrachtet, macht in solchem Falle gewöhnlich nur den Eindruck eines unverständlichen Aggregats grauer Flecke, während in der stereoskopischen Kombination die Formen der Eisblöcke, sowie das transparente und reflektierte Licht derselben auf das deutlichste hervortreten. Es wird in diesem Falle das Verständnis des einzelnen Bildes so schwer, weil einmal schon so unregelmäſsige Formen, wie die der Eisblöcke, auch bei bloſser Beleuchtung durch auffallendes Licht nicht deutlich wiederzugeben sind, vollends aber bei der transparenten Beleuchtung auch die gewöhnlichen Gesetze der Schattierung ganz abgeändert werden. Sehr überraschend ist auch die stereoskopische Darstellung glänzender Gegenstände.«

Freilich müssen die Bilder, wenn sie ihren Zweck in vollkommener Weise erreichen sollen, in zweckentsprechender Weise hergestellt werden. Die dazu nötigen Kenntnisse sind leicht zu erwerben, und die gröſsere Umständlichkeit und Aufmerksamkeit, die das Zurichten erfordert, im Vergleiche zu einfachen Bildern, wird so reichlich durch die schönere Wirkung und erhöhte Verständlichkeit aufgewogen, daſs sie kein Grund sind, die Stereoskopie zu meiden. Das muſs jeder zugeben, der Gelegenheit genommen hat, die modernen Amateure in ihrer Thätigkeit zu beobachten, wie sie unter gewaltiger Aufwendung an Zeit, Geld und Geduld die Bahnen der »künstlerischen« Moderichtungen in der Photographie

Schwierigkeiten.

wandeln, wie sie dem Gummidrucke und anderen Dingen obliegen, gegen die, wenn man die Bilance zwischen der aufgewendeten Zeit und den meist kümmerlichen Resultaten zieht, die Stereoskopie ein schnelles und schönes Verfahren genannt zu werden verdient.

Allerdings kommt noch ein Umstand hinzu, der häufig gegen die Stereoskopie angeführt wird, daſs nämlich die Betrachtung stereoskopischer Bilder zwei normale Augen erfordert, die gar manchem versagt sind. Nun, Kurzsichtige und Weitsichtige können ihre Augen durch geeignete Brillen zu normalen machen, und die mit anormalen Augen stiefmütterlich bedachten Leute sehen und erkennen die Natur überhaupt anders, als die Mehrzahl, und es scheint wohl zu weit gegangen, ihnen zu Liebe die Stereoskopie als unzulänglich zu bezeichnen.

Das körper liche Sehen

Das Erkennen eines Gegenstandes als körperlich geschieht mehr oder weniger unbewuſst durch die Vergleichung der beiden von ihm auf unserer Netzhaut entstehenden Bilder durch die Vorstellung. Diese beiden Bilder auf der Netzhaut sind nicht vollständig gleich, sondern sie zeigen wegen der räumlich verschiedenen Stellung der Augen geringfügige perspektivische Abweichungen von einander. Auſserdem sieht das rechte Auge von einem ihm gegenüber befindlichen Objekte mehr von dessen linker Seite, das linke mehr von der rechten. Es fallen die einzelnen Punkte im Bilde nicht auf identische Stellen der Netzhaut, sondern auf je zwei, in ganz bestimmter Weise zu einander liegende verschiedene Stellen. Würden zwei Punkte auf identische Stellen fallen, so tritt kein körperlicher Effekt mehr ein, die Gegenstände erscheinen eben. Treffen sie jedoch zwei sog. stereoidentische Punkte, so entsteht in unserer Vorstellung der Eindruck des Körperlichen. Die Vergleichung der Verschiedenheiten in den beiden Netzhautbildern durch unsere Vorstellung geschieht, wie Helmholtz nachgewiesen hat, mit derselben Schärfe, wie das einzelne Auge zwei Gegenstände als getrennt zu erkennen vermag. Das einzelne Auge unterscheidet noch zwei Gegenstände als von einander getrennt, wenn sie auf der Netzhaut eine Entfernung von mindestens 0,0044 mm von einander haben. Dieser Differenz entspricht ein Sehwinkel von rund 1 Bogenminute. Demgemäſs werden im günstigsten Falle noch solche Gegenstände in beiden Augen auf stereoidentische Punkte fallen können, die unter einem Sehwinkel von 1 Minute erscheinen. Dem Sehwinkel von 1 Minute entspricht für eine mittlere Augenentfernung von 65—68 mm eine Entfernung von rund 234 m. Alle Gegenstände, die weiter abliegen, fallen in jedem einzelnen Auge nicht mehr auf verschiedene, sondern auf

Grenze des körperlichen Sehens.

identische Punkte und machen infolgedessen auch nicht mehr den Eindruck des Körperlichen. In diesem Falle stehen die Augenaxen, d. h. die Verbindungslinien der Hornhautmitten mit dem Centrum des gelben Fleckes, zu einander parallel, während sie innerhalb der stereoskopischen Sehtiefe nach dem betrachteten Punkte hin konvergieren. Die bei konvergenten Axen betrachteten Punkte heifsen Hauptpunkte, die bei parallelen Fernpunkte.

Prinzip der Stereoskopie.

Wollen wir nun einen Gegenstand so abbilden, dafs er denselben körperlichen Eindruck macht, wie das Original, so müssen wir für jedes Auge getrennt ein Bild herstellen, welches in ihm genau dasselbe Netzhautbild erzeugt, wie es der Gegenstand selber thun würde. Wie das möglich ist, kann man sich leicht auf folgende Weise zur Anschauung bringen: Betrachtet man z. B. durch eine Fensterscheibe hindurch, indem das Auge etwa 25 cm von der Scheibe entfernt ist, einen gegenüberliegenden Gegenstand, ein Haus oder dergl., so kann man auf der Fensterscheibe mit Feder und Tinte die Umrisse des betrachteten Objektes nachzeichnen und auf diese Weise von ihm ein verkleinertes, perspektivisch richtiges Bild erhalten. Dasselbe ist auch für das linke Auge auszuführen bei unveränderter Stellung des Kopfes, und so erhalten wir zwei Bilder, welche genau die Projektion des Gegenstandes für jedes Auge sein würden, und diese beiden Bilder müfsten, aus der richtigen Entfernung betrachtet, denselben Eindruck in unserer Vorstellung hervorrufen, wie das Objekt selber, wofern es gelänge, die beiden Bilder mit der dazu nötigen Feinheit und Genauigkeit zu zeichnen.

Allgemeines.

Das menschliche Auge ist nicht im stande, einen einigermafsen ausgedehnten Gegenstand gleichzeitig scharf zu übersehen. Erfahrungsgemäfs vermag das r u h i g stehende Auge kaum mehr als ein G e s i c h t s f e l d v o n 20 G r a d mit genügender Schärfe auf einmal zu sehen, während bei genauestem Detailstudium der Winkel des schärfsten Sehens noch wesentlich kleiner ist. In diesen Fällen fassen wir irgend einen Punkt besonders scharf ins Auge und lassen es dann durch unsere Augenmuskeln kleine, den meisten Menschen ganz unbewufste, Bewegungen machen und bringen dadurch einen Punkt nach dem anderen auf die Stelle des schärfsten Sehens, auf den g e l b e n F l e c k unserer Netzhaut. Dabei bleibt die Stellung des Kopfes selbst unverändert. Bei der Betrachtung noch gröfserer Gegenstände bewegen wir schliefslich auch den Kopf. Diese Kopfbewegungen sind nun derartig, dafs die Linie, durch die wir uns die Mitten der gelben Flecke beider Augen miteinander verbunden denken können, s t e t s z u r H o r i z o n t a l e b e n e p a r a l l e l bleibt

und die Augenaxen die gewöhnliche Stellung im Verhältnis zur Axe des ganzen Kopfes beibehalten. Wir vermeiden demgemäſs ganz unbewuſst z. B. bei nach oben erhobenem Haupte eine Bewegung der Blicklinien nach unten, oder bei einer Kopfwendung nach links ein Sehen nach rechts. Derartige Stellungen sind so unbequem und ungewohnt, daſs viele Leute bei einem etwaigen Versuche nur sehr undeutlich dabei zu sehen vermögen. Namentlich ist dies aus selbstverständlichen Gründen der Fall bei allen Brillenträgern. Nur unter manchen Schülern, die während schriftlicher Prüfungsarbeiten einer Ergänzung des eigenen Wissens aus den unter dem Tische liegenden Büchern oder den Heften des Nachbars bedürfen, findet man geübtere Augengymnastiker, die selbst bei den ungewöhnlichsten Blickrichtungen noch sicher zu lesen vermögen. Es ist nun bei der Anfertigung guter Stereoskopbilder dringend nötig, alle ungewohnten und zwangsweisen Kopf- und Augenstellungen zu vermeiden. Insbesondere auch darf dem Beschauer keine seitliche Neigung des Kopfes zugemutet werden. Um sich zu überzeugen, wie störend sie wirkt, blicke man beispielshalber die Straſse hinab, in der man wohnt, und die man infolgedessen genau kennt. Neigt man dann den Kopf so, daſs die erwähnte Verbindungslinie der gelben Flecke annähernd senkrecht zum Horizonte steht, so glaubt man an einem ganz fremden, nie gesehenen Orte zu sein.

Nach diesen allgemeinen Bemerkungen müssen wir nun zum besseren Verständnis die Verhältnisse, auf deren Befolgung es bei der Herstellung guter Stereogramme vorzugsweise ankommt, an der Hand einiger einfachen Figuren genauer betrachten. Es können allerdings nur die Hauptpunkte berührt werden, einmal, weil der Raum mangelt, und sodann, weil erfahrungsgemäſs der Anfänger die Methoden nach Möglichkeit meidet, die ein gröſseres Vorstudium erfordern, oder deren Beschreibung den Anschein erweckt, als ob die Sache besonders schwierig oder umständlich sei. Wer die folgenden sehr einfachen Dinge genau gelesen und verstanden hat, wird für die meisten Fälle der Praxis damit auskommen. Natürlich ist die stillschweigende Voraussetzung, daſs er die einfache photographische Technik möglichst vollkommen beherrscht. Wer ohne das an irgend ein Specialfach herangeht, bringt es, wie immer wieder betont werden muſs, zu nichts. Zum genaueren Studium

Litteratur. der Theorie sei dringend das Werkchen von Steinhauser, Die theoretische Grundlage für die Herstellung der Stereoskopenbilder auf dem Wege der Photographie, bei R. Lechner in Wien, empfohlen. Man fürchte sich nicht vor den Formeln in dieser Ab-

handlung, denn ihr Verständnis erfordert die mathematischen Kenntnisse eines Untertertianers. Ganz besondere Aufmerksamkeit verwendet Stolze, Die Stereoskopie und das Stereoskop in Theorie und Praxis, auf die detaillierte Erörterung der technischen Seite des Verfahrens.

Konstruktion der Bilder.

Gehen wir nun zurück auf die erste oben gegebene Darstellung der Stereoskopenbilder durch Projektion auf eine durchsichtige Scheibe. Es sei in Fig. 169 $O\ O_1$ das aufzunehmende Objekt, A_l das linke, A_r das rechte Auge. Nun entsteht zunächst die Frage, wo muſs die Projektionsscheibe stehen? Wir wissen bereits, daſs jedes Auge nur ein Bild sehen darf. Das linke Auge übersieht den durch die Grenzstrahlen $A_l\ O$ und $A_l\ O_1$ dargestellten Bezirk, das andere den durch $A_r\ O$ und $A_r\ O_1$ begrenzten. Theoretisch ist es gleichgültig, wo die Tafel steht, innerhalb der zwischen den Augen und der Lage in $S^*\ S^*_1$ angenommenen Stellung. Jede weiter nach dem Objekt zu mögliche Lage ist unzulässig, weil in allen diesen Fällen die beiden Bilder übereinander greifen würden. Von den erlaubten Stellungen wird man die wählen, bei der die Tafel in die normale Sehweite von 25 cm zu stehen kommt. Man kann allerdings auch übereinandergreifende Bilder mit Hilfe besonderer Stereoskope betrachten, die aber gegenwärtig ganz ungebräuchlich sind und infolgedessen hier nicht näher besprochen zu werden brauchen. Ebenso sind besondere Einrichtungen zu treffen, wenn eine Stellung in 25 cm Entfernung aus irgend welchen Gründen nicht möglich ist, wie wir später sehen werden. Wählen wir die Stellung der Scheibe an der Grenze der noch getrennten Bilder in $S\ S_1$. Wir wissen ferner, daſs die beiden Bilder keine anderen Abweichungen von einander enthalten dürfen, als die durch die räumlich verschiedene Stellung der Augen bedingte, geringe perspektivische Verschiebung zusammengehöriger Punkte. Die Folge der Forderung ist notgedrungen die, daſs die Tafel $S\ S_1$ parallel zu der Verbindungslinie der Augen $A_l\ A_r$ stehen muſs. Wäre sie in

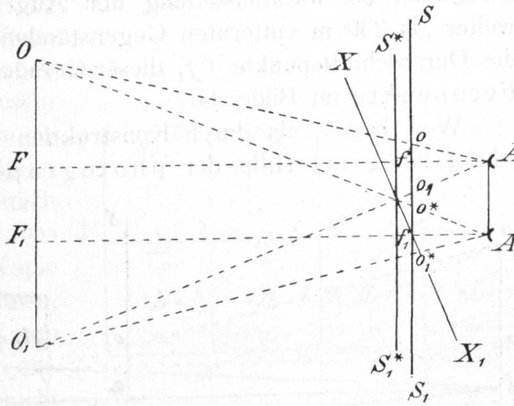


Fig. 169.

irgend einer Richtung, etwa in $X X_1$ geneigt, so würden, wie die Betrachtung der Figur unmittelbar zeigt, die beiden Bilder nicht nur ungleich groſs sein, sondern die zusammengehörigen Punkte würden auch eine verschiedene Entfernung von den Augen haben. Bei Einhaltung dieser Forderungen entsteht von dem Punkte O der zugehörige Bildpunkt für A_l in o^*, für A_r in o und von dem Punkte O_1 in o_1, beziehungsweise in o^*_1. So entstehen von jedem Objektpunkte zwei einander zugeordnete Bildpunkte, die man als **korrespondierende Bildpunkte** bezeichnet. Sie liegen bei Erfüllung aller besprochenen Grundbedingungen stets in einer geraden Linie, welche **zur Verbindungslinie der Augen parallel** ist. Die von den Augenmitten nach der Tafel gezogenen senkrechten Linien $A_l F_1$ und $A_r F$ entsprechen der Richtung der Blicklinien bei Parallelstellung der Augen, d. h. bei Sehen nach weiter als 230 m entfernten Gegenständen, und demgemäſs stellen die Durchschnittspunkte $f f_1$ dieser Geraden mit der Tafel $S S_1$ die **Fernpunkte** im Bilde dar.

Photographische Stereoskopbilder.

Weit besser als durch Konstruktion können wir nun die Projektionsbilder mit Hilfe der **photographischen Kamera** herstellen, wenn wir sie mit zwei völlig **gleichen Objektiven** versehen und durch Einfügen einer **Zwischenwand** dafür sorgen, daſs die beiden durch die Linsen erzeugten Bilder nicht übereinander fallen. Das Nähere möge uns wieder eine einfache Figur zeigen.

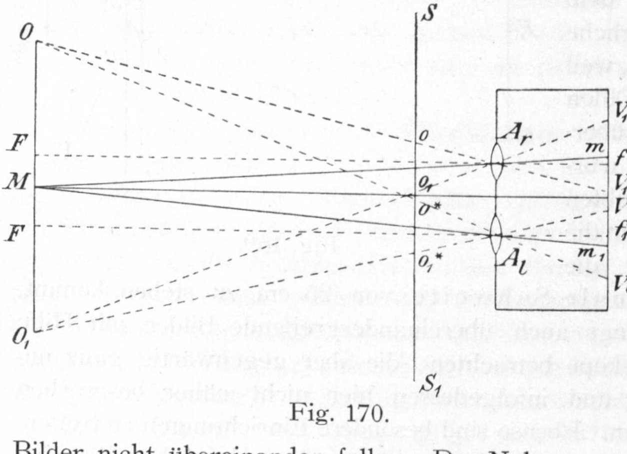


Fig. 170.

Es sei in Fig. 170 OO_1 das abzubildende Objekt, SS_1 die Projektionsbildebene, A_r und A_l die beiden identischen Objektive, die auf der Rückwand der Doppelkamera die beiden Bilder $V_1 o_1$, $V_1 o$ und $V o_1$, $V o$ erzeugen. Zunächst fällt sofort auf, daſs in den Kamerabildern rechts und links im Verhältnis zum Projektionsbilde vertauscht ist. Während der Bildpunkt des Punktes O auf der Tafel bei o rechts liegt, befindet er sich in der Kamera links bei

Vertauschen der Bilder.

$V_1 o$. Ebenso ist bei der Abbildung durch Linsen bekanntlich auch oben und unten vertauscht. Sollen nun die Kamerabilder den gleichen körperlichen Eindruck hervorrufen, wie die Bilder auf der Tafel SS_1, so müssen sie notwendigerweise so gestellt werden, dafs sie genau die gleiche Lage haben, wie die letzteren. Wie das erreicht wird, veranschaulicht Fig. 171, welche nur eine Wiederholung des Kamerateiles der vorhergehenden ist. Es sei A_l das linke, A_r das rechte Objektiv, L das linke, R das rechte Bild auf der gemeinschaftlichen Bildunterlage VV_1, auf denen bei l und r die linken bezw. rechten Teile des Objektes abgebildet werden. Aufserdem steht, wie schon gesagt ist, das Negativ auf dem Kopfe. Nun wollen wir uns das senkrecht stehende Negativ VV_1 um seinen unteren Rand so umgelegt denken, dafs die Schichtseite nach oben zu liegen kommt in die Lage N. Jetzt steht oben und unten, mit o und u bezeichnet, richtig, aber links und rechts ist noch vertauscht. Um von diesem Negativ ein Positiv zu erhalten, müssen wir das Kopierpapier mit der Schicht nach abwärts darauf legen. Das Abnehmen der fertigen Kopie C wollen wir so vornehmen, dafs wir sie um die Kante $V_1 V_x$ um 180 Grad umklappen, wodurch die Schicht nach oben zu liegen kommt. Wir ersehen aus der Figur, dafs in den Halbbildern nunmehr auch rechts und links wieder richtig steht, dafs aber nun das rechte Bild R dem linken Auge, das linke Bild L dem rechten Auge gegenüber steht. Um das zu berichtigen, bleibt nichts anderes übrig, als die Bilder auseinander zu schneiden und zu vertauschen. Diese wiederholten Umkehrungen mufs sich der Anfänger durchaus klar machen, was am leichtesten geschieht, wenn er das eben Geschilderte mit Hilfe zweier entsprechend bezeichneter Papierblätter selber ausführt. Dabei vergesse er nicht, dafs das als Kopierpapier dienende mit der Schichtseite nach abwärts zu legen ist.

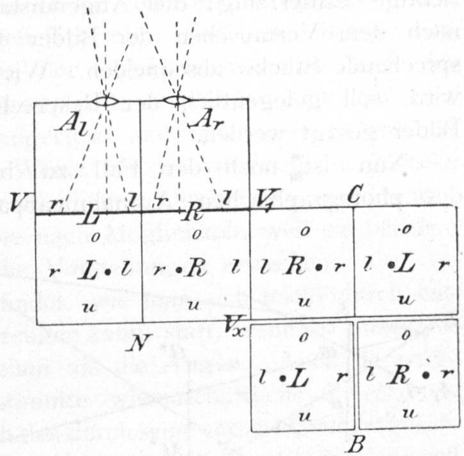


Fig. 171.

Lage der Fernpunkte.

Wir müssen nun noch die Lage und Beziehungen der Fern- und Hauptpunkte auf Negativ und Positiv betrachten. Auf dem Negativ liegen die **Fernpunkte** (f u. f_1, in Fig. 170), d. h. die

Punkte, welche dem Durchschnitte der optischen Axen der Objektive mit der Platte entsprechen, von der Mittellinie nach beiden Seiten gleichweit entfernt, und zwar um den Betrag der halben Linsendistanz. Nehmen wir sie zu 68 mm an, so liegen also die Fernpunkte von der Mittellinie der Mattscheibe 34 mm entfernt. Die Mittellinie ist gegeben durch die Zwischenwand der Kamera. Es ist nun nicht leicht möglich, diese so einzurichten, das sie wirklich nur eine Linie bildet und beide Halbbilder ohne unbrauchbare Bildteile zusammenstoſsen. Sie muſs aber so gehalten werden, daſs nicht wesentlich mehr als etwa 2 mm verloren gehen. Auf der positiven Kopie stehen die Fernpunkte, die in Fig. 171 als Punkte verzeichnet sind, zunächst auch in der richtigen Entfernung voneinander, beim Durchschneiden und Vertauschen der Bilder jedoch kommen sie weiter auseinander zu stehen. Um sie wieder in die richtige Entfernung, die Augendistanz zu bringen, müssen wir nach dem Vertauschen der Bilder von ihrer inneren Seite entsprechende Stücke abschneiden. Wie das in der Praxis gemacht wird, soll gelegentlich der Besprechung der Fertigstellung der Bilder gesagt werden.

Nun ist noch der Fall zu besprechen, daſs die Linsen des photographischen Aufnahmeapparates erheblich weiter voneinander abstehen, als die Augen. In Fig. 172 seien L_r und L_l die Linsen — wir sehen zur Vereinfachung der Figur von der Kamera ab — und A_r A_l die Augenörter. Konstruieren wir nun in derselben Weise wie oben durch die Grenzstrahlen die Bilder auf der Projektionstafel SS_1 und ziehen

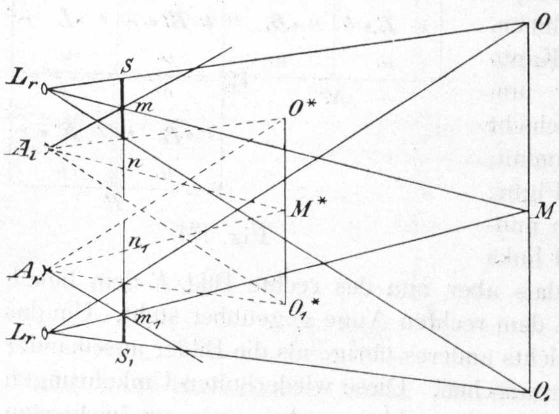


Fig. 172.

ferner den nach dem Hauptpunkte gerichteten Strahl, so erhalten wir die Lage des Hauptpunktes M bei m und m_1. Um diese Bilder aus der normalen Augenstellung zu betrachten, müſsten die Augenaxen nach dem Hauptpunkte divergieren, während sie notwendigerweise konvergieren müssen, wenn die Bilder zu einem verschmolzen werden sollen. Die so gewonnenen Bilder lassen sich also direkt nicht be-

trachten, sondern sind so weit zusammen zu rücken, daſs die Augenaxen nach dem Hauptpunkte konvergieren können, und die Fernpunkte nicht weiter voneinander liegen, als die Distanz der Augen beträgt. Ziehen wir zu dem Ende die den Grenz- und Hauptstrahlen der Linsen entsprechenden Parallelen $A_l\ O^*$, $A_l\ O^*_1$, u. s. w. von den Augenpunkten aus, so erhalten wir die Lagen der Hauptpunkte bei n und n_1. Durch die Vereinigung dieser beiden Bilder erscheint aber das Objekt nicht in der Gröſse und Lage des wirlichen Objektes OO_1, sondern in $O^*\ O^*_1$. Es liegt also scheinbar näher am Beschauer und ist kleiner als das wirkliche. In der That erwecken derartige mit vergröſsertem Linsenabstande aufgenommene Bilder die Vorstellung, als ob man ein verkleinertes Modell der Wirklichkeit vor sich hätte. Das ist nicht nur der Fall bei photographischen Aufnahmen, sondern auch bei der direkten Betrachtung der Natur durch geeignete Fernrohre, wie es die von Zeiſs hergestellten und wohl allgemein bekannten Relieffernrohre sind. Bei ihnen wird durch die gröſsere Entfernung der Objektive zwar die Tiefe des stereoskopischen Sehens sehr gesteigert, zu gleicher Zeit aber alles näher an den Beobachter herangerückt und verkleinert. Derartige Bilder können von groſsem Werte für wissenschaftliche Zwecke sein. Für die Zwecke der gewöhnlichen Landschafts- und Porträtphotographie vermeide man sie nach Möglichkeit, weil sie bei dem unbefangenen Beschauer falsche Vorstellungen erwecken.

Genau das Umgekehrte findet, wie man sich leicht durch entsprechende Konstruktion überzeugen kann, statt, wenn die Objektive in geringerer Entfernung stehen als die Augen. Auch derartige Aufnahmen sind nur für bestimmte wissenschaftliche Zwecke erlaubt, wenn sich der Photograph des durch seine von der Grundregel abweichende Aufnahmsweise bedingten unnatürlichen Eindruckes voll bewuſst ist.

Die Fernpunkte liegen, wie schon gesagt ist, im normalen Horizonte, das heiſst in der zur Längsseite der Platte parallelen Mittellinie des Bildes. Um bei der Aufnahme die Kamera richtig und ohne Schwierigkeiten aufstellen zu können, zeichne man sich den Horizont auf die Mattscheibe sorgfältig auf, und ferner zwei dazu senkrechte Linien in der halben Objectivdistanze von der gleichfalls einzutragenden genauen Mittellinie, die sogen. Fernpunktsvertikalen. Wenn in Fig. 170 M der Hauptpunkt ist, so liegt, wie aus der Figur ersichtlich ist, sein Bild auswärts von den Fernpunkten, und zwar auf beiden Bildern um den gleichen Betrag, ebenfalls im Horizonte. Bei Berücksichtigung dieser Punkte ist es nun sehr einfach, die Kamera vor der Aufnahme schnell und

Lage der Hauptpunkte.

richtig aufzustellen. Zunächst wird sie mit Hilfe der im Laufboden eingelassenen Dosenlibelle genau horizontal gestellt und dann so gedreht, daſs der zum Hauptpunkt gewählte Gegenstandspunkt sein Bild im Horizonte beiderseits gleichweit von den Fernpunktsvertikalen entwirft. Und noch einen Ratschlag. Aus langjähriger Erfahrung weiſs Verfasser, daſs es dem Anfänger ungemein schwer fällt, von seinem unter Mühe und gröſster Aufmerksamkeit gemachten Bilde irgend etwas abzuschneiden, wie es doch die Zurichtung der Stereoskopbilder erfordert. Um ihm im Anfange das zu erleichtern, mache er sich aus Karton eine auf die innere Fläche der Visierscheibe passende Einlage und schneide aus ihrer Mitte ein rechteckiges Stück von 75×150 mm heraus. Diese Vignette lege er vor jeder Stereoskopaufnahme in den Rahmen der Visierscheibe ein, damit er schon vor der Aufnahme nicht mehr von dem Bilde sieht, als er später verwenden kann. Namentlich mögen das die thun, welche das übliche Stereoskopplattenformat von 9×18 oder gar 13×18 verwenden.

Verschiebung des Horizontes.

Wird aus irgend einem Grunde bei der Aufnahme das Objektivbrett um einen bestimmten Betrag senkrecht nach oben oder unten verschoben, sodaſs der Horizont des Bildes nicht mehr zusammenfällt mit dem normalen, auf der Mattscheibe verzeichneten, so notiere man sich den Betrag der Verschiebung genau, weil bei dem späteren Aufkleben in diesem Falle der Bildhorizont nicht mehr in die Mitte des Kartons fallen darf, sondern um den Betrag der Verschiebung darüber oder darunter.

Der Ausschnitt.

Manche Autoren legen ein groſses Gewicht darauf, daſs das Stereoskopbild bei der Betrachtung so erscheinen soll, als ob es durch einen Ausschnitt betrachtet würde, der näher an dem Beschauer liegt, als das Objekt zu liegen scheint. Das ist allerdings richtig; wer aber die Stereoskopie auch zu wissenschaftlichen Zwecken verwenden will, wird oft genug froh sein, überhaupt einen körperlichen Effekt zu erzielen und Umrahmung Umrahmung sein lassen. Die dadurch möglicherweise bedingte Beeinträchtigung der Wirkung ist wirklich nicht so schlimm und fällt, wie Verfasser sich oft überzeugt hat, niemandem auf, der nicht besonders darauf aufmerksam gemacht wurde. Aus diesem Grunde soll die theoretische Erörterung dieser Verhältnisse hier übergangen werden. In den angeführten Werken, sowie in dem kleinen Büchlein von C. E. Bergling, Stereoskopie für Amateurphotographen, findet sich darüber alles Wissenswerte. Am einfachsten erreicht man diese passende Umrahmung durch Einschalten eines Diaphragmas im Stereoskop. Auch über die Neigungsbilder sei hier mit Schweigen hinweggegangen,

weil sonst durch die Häufung theoretischer Erörterungen leicht das Gegenteil von dem erreicht werden könnte und erfahrungsgemäſs erreicht wird, was Verfasser zu erreichen wünscht, eine ausgedehntere Beschäftigung mit der Stereoskopie, als sie bisher in den Kreisen der Amateure und »wissenschaftlichen« Photographen üblich war. Das wenige aber, was hier besprochen ist, muſs sich der Anfänger gründlich einprägen, ehe er an die praktische Ausübung der Stereoskopie herangeht.

Die Apparate zur Aufnahme stereoskopischer Photographieen sind im Prinzip ganz die gleichen wie für die Herstellung einfacher Bilder. Wie bereits oben gesagt, gilt es, zwei Bilder aufzunehmen. Diese beiden Bilder sollen gleich sein mit alleiniger Ausnahme der perspektivischen Verschiebung, die aus der Distanz der beiden Objektive erfolgt. Demgemäſs müssen zwei Objektive von gleicher Öffnung und gleicher Brennweite nebeneinander in der mittleren Augenentfernung von 65—68 mm auf die Kamera aufgeschraubt werden. Die optischen Axen beider Objektive müssen zu einander parallel und in derselben genau horizontalen Ebene liegen. Sie müssen also in gleicher Höhe nebeneinander aufgeschraubt und die Horizontalstellung der Axen durch eine Wasserwage auf dem Laufbrett der Kamera kontrollierbar sein. Der Aufnahmeapparat.

Die Kamera selber ist am zweckmäſsigsten eine quadratisch gebaute, von mindestens 12×16 cm Plattengröſse. Wer eine gröſsere Kamera wie die oben in Kapitel II empfohlene Kamera mit 18:24 cm Plattengröſse besitzt, kann sie natürlich ebenfalls unter Verwendung geeigneter Einlagen in die Kassette gebrauchen. Kamera.

Die Plattengröſse für das Stereoskopformat ist eine wechselnde. Die sogen. Stereoskopkameras sind in der Regel eingerichtet für die Gröſse von 9:18 cm. Dieses Plattenformat wird bedingt durch die Form der gegenwärtig üblichen Stereoskope. Viele Autoren haben dies Format als unzweckmäſsig bezeichnet und ziehen 13:18 vor, weil die Bilder dann eine gröſsere Höhe bekommen als bei 9:18. Das ist bis zu einem gewissen Grade vollkommen richtig. Es erfordern aber diese Bilder dann zu ihrer Betrachtung die Konstruktion eines besonderen Stereoskopes, und auſserdem ist eine gröſsere Höhe als etwa 80 mm wegen des oben angegebenen Gesichtsfeldes unbequem zu übersehen. Es kann jedem überlassen bleiben, welches Format er wählt; wer jedoch bei den nun einmal üblichen Stereoskopformaten Bilder herstellen will, die in allen Apparaten zu gebrauchen sind, halte sich an das Format 9:18. Bei einer Plattengröſse der Kamera von 13:18 zeichne man sich auf die Visierscheibe das Format 9:18 in Hoch- und Querformat auf, um sicher zu sein, daſs Plattengröſse.

auf der Platte, für die man natürlich das Format 13:18 beibehält, auch alles das in der richtigen Höhe erhalten bleibt, was auf dem Bilde erscheinen soll. Für die 18:24 Kamera läſst man sich Einlagen des entsprechenden Formates herstellen. Die Kamera soll genau denselben Bedürfnissen entsprechen, wie sie in Kapitel II beschrieben sind. Das Objektivbrett soll senkrechte Verschiebung haben, und es ist durchaus nötig, durch eine leicht anzubringende Millimeterteilung die Verschiebung der Mittellinie nach oben oder unten ablesbar zu machen. Das ist, wie gesagt, von Wichtigkeit für die Beschneidung der späteren Bilder. Dahingegen ist eine Neigung der Visierscheibe nach rechts oder links, bez. vorn und hinten durchaus zu vermeiden. Ist sie möglich, so ermittele man die genaue senkrechte Stellung zur optischen Axe und fixiere sie durch Marken an der Kamera. Steht die Visierscheibe nämlich nicht senkrecht, so treten Verschiebungen in den Bildern ein, welche mit der perspektivischen Verschiebung, die aus der Entfernung der Objektive erfolgt, nichts zu thun haben und die richtige räumliche Vorstellung späterhin unmöglich machen, oder in falsche Bahnen lenken. Kameras mit konischem Balgen eignen sich für Stereoskopaufnahmen nicht, weil bei ihnen die Anbringung der beiden Objektive am Stirnbrett unmöglich ist.

Objektivbrett.

Die Scheidewand.

Würde man die beiden Objektive ohne besondere Einrichtung nebeneinander auf das Objektivbrett aufschrauben, so würden ihre beiden Bilder auf der Visierscheibe zum Teil übereinander greifen. Es muſs daher die Kamera durch eine Zwischenwand in zwei Hälften geteilt werden. Diese Trennungswand muſs drei Bedingungen erfüllen. Sie darf kein Reflexlicht erzeugen, muſs also mit einem guten stumpfen Schwarz versehen sein, sodann darf sie keine erhebliche Breite besitzen, um nicht von den Bildern Teile abzuschneiden, und schlieſslich soll sie dehnbar sein, weil je nach der Entfernung des Objektes der Abstand der Visierscheibe von den Linsen ein verschiedener ist. Den oben beschriebenen quadratischen Kameras wird in der Regel eine Stereoskopscheidewand beigegeben, welche aus einer schwarzen,

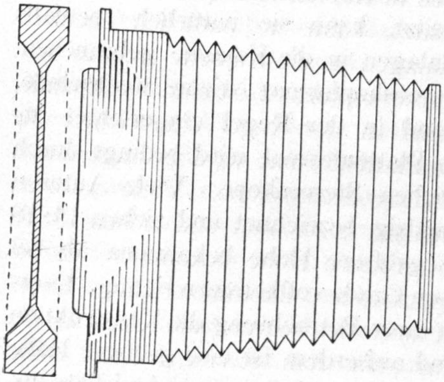


Fig. 173.

nach Art der Kamerabalgen gefaltete Leinewand besteht. Diese ist vorn und hinten an einer Holzleiste befestigt, die zum Einsetzen in entsprechend angebrachte Einschnitte am Stirnbrett und dem Visierrahmen der Kamera dient. Der hintere Teil ist aber ungeeignet, weil er zu breit ist und zu weit von der Platte absteht. Es empfiehlt sich daher, diese hintere Leiste so umzuarbeiten, wie die nebenstehende Figur 173 zeigt. Die Elastizität dieser Zwischenwand wird durch eingezogene Gummibänder erzeugt. Eine derartige Scheidewand, wie die abgebildete, läſst sich jederzeit leicht einsetzen und wieder entfernen, sie kann aber auch in der Kamera verbleiben, wenn sie zusammengelegt ist. Das ist nicht möglich bei den von Stolze empfohlenen Scheidewänden aus Holz. Sie müssen notgedrungen aus zwei nebeneinander verschiebbaren Stücken bestehen, um für verschiedene Bildweiten verwendbar zu sein. Man braucht also jedesmal zwei Teile und muſs diese Teile jedesmal, wenn die Kamera zusammengelegt wird, wieder entfernen.

Damit wäre nun die Kamera für Stereoskopzwecke fertig, wenn nicht noch ein Umstand hinzukäme. Es entsteht nämlich die Frage, ob der fixe Objektivabstand von rund 68 mm ein für alle Fälle genügender ist. Diese Frage ist für jeden, der nicht gerade handwerksmäſsig Stereoskopbilder von Gruppen und Landschaften herstellt, zu verneinen und insbesondere für wissenschaftliche Zwecke muſs der Abstand innerhalb gewisser Grenzen für jedes Objektiv etwa von 5—8 mm veränderlich sein. Rückt das Objekt nämlich, wie dies bei Aufnahme einzelner Objekte, z. B. von Tieren, anatomischen Präparaten, Blüten und dergl. der Fall ist, und wie es zur Erzeugung eines möglichst groſsen Bildes erforderlich wird, näher an die Kamera heran, als etwa 1 m, so werden die beiden Bilder bei dem genannten Objektivabstande nicht mehr gleichzeitig auf die Platte fallen. Bei der Betrachtung naher Gegenstände konvergieren unsere Augenaxen, während sie bei der Betrachtung entfernterer Objekte mehr oder weniger parallel zu einander stehen. Die Objektivaxen bleiben aber unter allen Umständen zu einander parallel. Wollte man sie konvergent machen, so brauchte man zwei verschiedene Kameras, deren Objektive konstant in einer Entfernung von 68 mm ständen, während die Längsaxen nach hinten divergieren müſsten, und zwar um so mehr, je näher das Objekt heranrückt. Eine derartige Konstruktion würde sehr kompliziert und auch aus anderen Gründen nicht empfehlenswert sein. Statt dessen empfiehlt es sich, den Objektivabstand zu verkleinern. Umgekehrt wenn man ausnahmsweise Objekte noch körperlich er-

Befestigung der Objektive.

scheinen lassen will, die weiter als 230 m entfernt sind, so muſs man auch einen gröſseren Objektivabstand wählen. Es ist nun nicht ratsam, diese obere Grenze erheblich über 80 mm hinaus auszudehnen, während die untere etwa 50 mm betragen mag. Ein näheres Aneinanderbringen der Objektive ist schon wegen ihrer eigenen Dicke nicht leicht angängig. Sind die Objektivringe sehr breit, so können sie an der Stelle ihrer Berührung etwas abgefeilt werden, wenn der übrige Teil der Fassung, insbesondere die Sonnenblende, eine nähere Aneinanderschiebung gestattet. Bei den gewöhnlich zur Verwendung kommenden Objektiven kann man die Entfernung der Axen bis auf etwa 4 cm verringern. Hat man die geringste Distanz festgestellt, welche die Objektive voneinander haben sollen, so schneidet man das Objektivbrett in der Mitte auseinander und schraubt die Objektivringe in richtiger Höhe so auf das Brett auf, daſs sie mit ihrem event. abgefeilten Rande mit der Schnittfläche abschneiden.

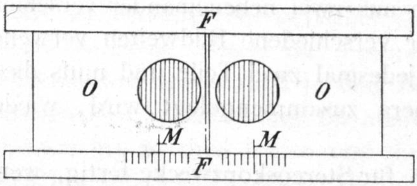


Fig. 174.

Man bringt ferner am unteren oder oberen Rande der Führung dieser beiden Brettchen gleichmäſsig durch Einritzen eine Millimeterskala von etwa $1^1/_2$ cm Länge beiderseits an und versieht die Objektivbretter mit einer Marke, wie es die Fig. 174 zeigt. Die Schnittlinie des Objektivbrettes muſs genau in die Kameraaxe fallen. Werden die Objektive weiter voneinander entfernt, als ihre minimale Distanz beträgt, so entsteht natürlich zu beiden Seiten der Mittelwand eine Öffnung im Objektivbrett. Um diese zu schlieſsen, muſs noch in den Ausschnitt der Kamera hinter dem Objektivbrett ein kleines Brettchen eingesetzt werden. Wenn in Fig. 175 *a b c d* der Kameraauschnitt und die punktierte Leiste *e* die Trennungswand ist, so wird vor ihr das Brettchen *f* genau in der Mitte angebracht. Es muſs etwa 1 cm breiter sein, als die gröſste zu verwendende Entfernung der beiden Objektivbretthälften voneinander beträgt. Ist der Einsatz so breit, daſs er bei engerer Stellung der Objektive einen Teil der hinteren Objektivlinse bedeckt, so muſs man für die engeren Abstände sich entsprechend kleinere Einsätze herstellen. Diese Einsatzbrettchen stellt man sich am einfachsten

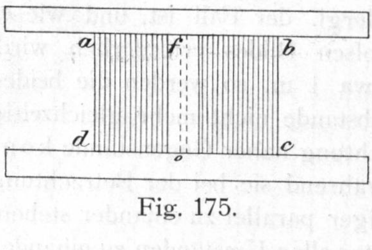


Fig. 175.

aus Zigarrenkistenholz selber her und beklebt sie, um ein recht gutes Anliegen behufs sicheren Lichtabschlusses an den Objektivbrettern zu erreichen, mit schwarzem Samt oder Tuch. Noch rationeller ist es, diesen Einsatz aus recht dünnem Holze, wie es etwa die Boden der Zigarrenkisten darbieten, anzufertigen, und zwar aus zwei Teilen, von denen jeder etwa 2½—3 cm breit ist. Beide Teile werden auf ein gemeinsames schwarzes Tuch aufgeklebt, sodafs sie durch dieses wie an einem Charnier zusammengehalten werden. Man kann dann die zusammengeklappten Bretter bei engen Distanzen, die auseinander geklappten bei weiteren Distanzen der Objektive in dem Kameraausschnitt einsetzen. Es bedarf wohl kaum der Erwähnung, dafs bei dem Doppelbrettchen bei gröfserer Entfernung der Objektive die Fläche mit der gemeinsamen Bekleidung nach vorn dem Objektiv zugewendet sein mufs, um ein Einknicken beim Überschieben der Objektivbretter zu verhüten.

Als **Objektive** für stereoskopische Aufnahmen eignen sich am meisten gute Aplanate oder Anastigmate. Es spielt hier die Geldfrage bei der Beschaffung eine entscheidende Rolle. Wer es ermöglichen kann, kaufe zwei identische Doppelanastigmate, bez. Kolineare, Orthostigmate, oder Anastigmate von ca. 12 cm Brennweite. Wer gewöhnliche Aplanate von Steinheil, Voigtländer, Wächter u. a. verwenden will, wird, um ein genügend grofses und scharfes Bild bei voller Öffnung zu erhalten, Objektive mit etwa 15 cm Brennweite anschaffen müssen. Diese Brennweite erscheint auch aus theoretischen Gründen als die geeignetste. Je kürzer die Brennweite, um so kleiner wird bei gleichem Abstande der Gegenstand abgebildet, aber es läfst sich mehr von den seitlichen Teilen in das Gesichtsfeld hineinbringen, aber ein Zuviel beeinträchtigt die Bildwirkung. Wenn die Objektive mit Irisblenden versehen sind, so mufs man ganz besonders darauf achten, dafs die Blenden gleich sind, damit nicht trotz gleicher Einstellung verschiedene Lichtstärken resultieren. Das Einstellen der Irisblende mufs immer in einem Zuge geschehen und nicht etwa durch Hin- und Herdrehen, weil sonst durch den toten Gang der beiden Irisblenden leicht eine merkbare Ungleichheit in der Öffnung beider Objektive zu stande kommt. Aus diesem Grunde haben manche Autoren für Stereoskopobjektive die Einsteckblenden empfohlen, jedoch besitzen sie vor einer guten Irisblende bei sachgemäfser Behandlung keine Vorzüge. Objektive.

Schliefslich gehört zur Ausstattung der Stereoskopkamera noch ein **Verschlufs,** der gestattet, beide Objektive gleichzeitig zu öffnen und zu schliefsen. Für Daueraufnahmen braucht man Objektivverschlüsse.

keine komplizierte Vorrichtung, es genügt vollständig, die gewöhnlichen Deckel jeden mit einer Hand gleichzeitig abzunehmen und gleichzeitig wieder aufzusetzen. Bei einiger Übung gelingt es so leicht, Expositionen bis zu einer halben Sekunde auf beiden Seiten gleichmäſsig vorzunehmen. Für Momentaufnahmen bedarf man jedoch eines besonderen Verschlusses. Die meisten käuflichen Stereoskopobjektivverschlüsse sind nur für eine konstante Entfernung der Linsen eingerichtet und infolgedessen bloſs für die Anhänger einer konstanten Objektivdistanz brauchbar. Am meisten dürfte es sich empfehlen, den Schlitzverschluſs unmittelbar vor der Platte anzuwenden. Stolze ist der Ansicht, daſs dieser Verschluſs deshalb ungeeignet ist, weil durch ihn die Scheidewand zu weit von der Platte entfernt wird, und daſs deshalb die Bilder am Rande übereinander greifen und ein zu groſses Stück unbrauchbar wird. Das ist nur der Fall, wenn der Verschluſs ungeschickt angebracht wird, oder die Kamerascheidewand nicht entsprechend konstruiert ist. Wenn beide durch Versuche genau zu einander abgestimmt werden, so kann man es recht wohl erreichen, daſs die unbrauchbare Mitte nicht breiter als 2 mm wird. Auſser dem Schlitzverschluſs läſst sich noch der Tornthon-Pikkardverschluſs gut verwenden. Er wird ähnlich umgearbeitet, wie es für den vorderen Kamerateil angegeben ist, mit verschiebbarer Rückwand, und am besten vorn auf dem Objektiv aufgesteckt, weil bei der Befestigung zwischen Objektiv und Kamera die Gefahr nahe liegt, daſs ein Teil des Bildes durch den Verschluſs abgefangen wird.

Käufliche Stereoskop-Kameras.

Wir haben bisher die Umwandlung der gewöhnlichen Aufnahmekamera in eine Stereoskopkamera besprochen. Es giebt jedoch auch speciell für Stereoskopaufnahmen eingerichtete Kameras, von denen Stolze behauptet, daſs keine einzige wirklich gute Stereoskopbilder zu liefern vermöchte. Bis zu einem gewissen Grade ist das allerdings richtig. Eine besondere Stereoskopkamera ist nur dann schwer zu entbehren, wenn man einer Momenthandkamera bedarf, insbesondere auf Reisen. In diesem Falle wird die geringere Verwendbarkeit kompensiert durch die bequeme Handhabung, das geringe Gewicht und die Unauffälligkeit, mit der die Aufnahme aus der Hand gemacht werden kann. Das wird derjenige zu schätzen wissen, der beispielshalber unter den Altertümern Roms Stereoskopaufnahmen machen will, ohne zu der bevorzugten Klasse der akademisch gebildeten Maler zu gehören, denen allein die Erlaubnis dazu erteilt wird. Von den Handkameras scheinen die zweckmäſsigsten zu sein die Spiegelreflexstereoskopkameras von Hesekiel in Berlin, die Verfasser auf seinen Reisen verwendet, die Stegemannschen Stereo-

skopklappkameras und die diesen beiden Typen nachgeahmten Instrumente anderer Firmen. Zur Not kann man bei diesen Kameras sogar auf die Verstellbarkeit der Objektive verzichten, weil man mit ihnen kaum in die Lage kommen wird, Aufnahmen herzustellen, welche eine geringere Entfernung der Objektivaxen als 65 mm erfordern. Als Distanz der Objektive wird man einen mittleren Wert von etwa 68 mm wählen. Eine gröfsere oder kleinere Entfernung empfiehlt sich für die gewöhnlichen Aufnahmen aus oben erläuterten Gründen nicht. Am fühlbarsten macht sich noch der Mangel einer vertikalen Verstellbarkeit der Objektive, und man mufs daher bei diesen Kameras mit ganz besonderer Sorgfalt seinen Standpunkt wählen, um angenehm wirkende Bilder zu erhalten.

Zu dem nötigen Instrumentarium gehört endlich noch eine Vorrichtung zur bequemen Betrachtung der fertigen Bilder. Man kann die nach den bisher besprochenen Regeln angefertigten Halbbilder auch ohne weiteres zu einem Ganzbilde vereinigen, wenn man durch eine Scheidewand zwischen Augen und Bild dafür sorgt, dafs jedes Auge nur das für dies bestimmte Bild zu sehen vermag. Dabei kommt aber in weitaus den meisten Fällen eine Störung des natürlichen Eindruckes dadurch zu stande, dafs die nötige Entfernung der Bilder von den Augen, im Mittel 25 cm, nicht mit der Distanz der Aufnahmeobjektive von der Bildfläche übereinstimmt. Soll daher diese Art der Betrachtung zuläfsig sein, so müfsten die Aufnahmelinsen ungefähr ebenfalls 25 cm Brennweite haben, wobei dann noch nicht einmal berücksichtigt ist, dafs in vielen Fällen die Aufnahme nicht in der Entfernung der Brennweite, sondern in einer etwas gröfseren erfolgt, da sich ja nur die Gegenstände im Brennpunkte abbilden, die unendlich weit entfernt sind, oder wenn man die durch die zulässige Unschärfe berücksichtigt, mindestens den 100- bis 150fachen Betrag der Brennweite von der Kamera abliegen. Nun werden aber die Stereoskopbilder zumeist mit wesentlich kürzeren Brennweiten angefertigt. Wir bedürfen also künstlicher Hilfsmittel, um die Bilder für die Augen in die richtige Entfernung zu rücken. Dazu dienen Linsen von bestimmter Brennweite. Sie haben aber gleichzeitig noch einen anderen Zweck, weil sie uns ermöglichen, weiter als 65 cm entfernte Fernpunkte zusammenzurücken und dadurch ein gröfseres Halbbild zu verwenden. Der erste Zweck der Linse, das Bild in die richtige Sehweite zu rücken, geschieht dadurch, dafs das Positiv innerhalb der Brennweite angebracht wird. Dieser Anordnung Notwendigkeit folgt aus der auf S. 39 angeführten und in Fig. 20 {veranschaulichten Linsenregel. Natürlich kann nicht mit einer Linse

Stereoskop.

das gewünschte Resultat für alle Brennweiten in gleicher Weise erreicht werden, sondern es ist für eine bestimmte Brennweite des Aufnahmeobjektives eine bestimmte Brennweite der Stereoskoplinse erforderlich. Man sieht also bei dieser Anordnung eigentlich nicht das Originalbild, sondern ein durch die Linse erzeugtes imaginäres, das gleichzeitig um einen gewissen Betrag vergröſsert ist. Die zweite Forderung, welche die Linse zu erfüllen hat, wird dadurch erreicht, das man nicht den centralen Teil benutzt, sondern einen seitlichen, den man sich des leichteren Verständnisses halber, ähnlich wie es auf S. 44 ausgeführt wurde, als ein Prisma vorstellen möge. Diese nur für die einfache Veranschaulichung zulässige Erklärung, die in Wirklichkeit nicht ganz richtig ist, hat dem nach den angeführten Grundsätzen von Brewster konstruierten Stereoskop den aus gleichen Gründen nicht richtigen Namen Prismenstereoskop eingetragen. In Wahrheit sind die beiden scheinbaren Prismen excentrische Teile einer Linse von ganz bestimmter Brennweite. Der Betrag, um den man die Fernpunkte bei Benutzung eines derartigen Instrumentes auseinanderrücken darf, ist nun kein beliebiger, sondern soll 10—12 mm nicht überschreiten. Aus verschiedenen Gründen wählt man in der gewöhnlichen Praxis 10 mm.

Es ist nun eine bedauerliche Thatsache, daſs die käuflichen Stereoskope meist nicht zu den Bildern des Käufers passen, und dieser wieder davor zurückschreckt, sich ein besonderes Instrument bauen zu lassen, um so mehr, als die Handlungen in solchen Fällen in der Bemessung der Preise nicht sonderlich zurückhaltend sind. Die käuflichen Stereoskope sind nach der Ansicht des Verfassers mit die schwersten Feinde einer rationellen Stereoskopie, und es wäre dringend erwünscht, wenn unsere groſsen Vereine sich zusammenthäten und in einer gemeinschaftlichen Konferenz die Normalgröſse der Stereoskopformate, -Bilder und Stereoskope feststellten. Das ist sehr einfach, da für unsere Verhältnisse nur die Brennweiten von 12 und 15 cm für die Aufnahmeobjektive in Betracht kommen. Alsdann werden die Händler auch leicht die beiden resultierenden Stereoskoptypen vorrätig halten können und damit der Stereoskopie wieder neues Leben geben. Einstweilen hat nicht nur jeder Autor ein besonderes Stereoskop konstruiert, sondern auch beinahe jeder Stereotypist. So kommt es, daſs in den meisten Fällen keiner die Bilder des anderen in richtiger Weise betrachten kann, wenn er nicht gleichzeitig dessen Stereoskop hat. Mögen diese unhaltbaren Zustände bald der Geschichte angehören. Einstweilen mache man seine Stereoskopbilder wenigstens nach den an-

geführten Principien und betrachte sie mit den vorhandenen Instrumenten so gut es eben gehen will. Die körperliche Wirkung der Stereoskopbilder ist eine so fesselnde, daſs man leicht und gerne über einige kleine Mängel in der Gesamtwirkung hinwegsieht. Aus diesen Gründen soll auch nicht weiter auf die Punkte eingegangen werden, welche zu ihrer Erfüllung auf ein von der einstweilen üblichen Stereoskopform abweichendes Instrument hinführen.

Stereoskopaufnahme.

Über die *Ausführung der Aufnahmen* ist nichts mehr zu sagen. Es gilt nur, die in vorstehendem angeführten Gesichtspunkte streng durchzuführen. Die *Fertigstellung des Negatives* ist genau dieselbe, wie bei allen anderen Aufnahmen, nur ist mit noch gröſserer Sorgfalt zu verfahren, weil jeder Fehler im Negativ in dem fertigen Bilde doppelt störend wirkt, da alle Punkte, zu denen der korrespondierende Bildpunkt fehlt, falsche Eindrücke mannigfacher Art erzeugen und nicht mit den Gesamtbildern zusammengehen.

Seitliche Begrenzung der Halbbilder auf der Kopie,

Bei der *Herstellung der positiven Bilder* müssen wir noch die praktischen Methoden besprechen, um die Halbbilder möglichst schematisch beschneiden zu können. Die von dem unzerschnittenen Negativ gewonnene *Kopie* wird zunächst durch einen senkrechten Strich in der Mitte des unbrauchbaren Bildteiles am Zusammenstoſs der Halbbilder, oder mit anderen Worten, da, wo die in der Kameraaxe vertikale Ebene das Bild schneidet, in zwei Hälften geteilt. Dann miſst man auf dem rechten Bilde von dieser Linie aus 68 mm ab und fügt 5 mm hinzu. Durch den erhaltenen Punkt zieht man eine Senkrechte, parallel zur Mittellinie. Das linke Bild wird so begrenzt, daſs von der Mitte aus zunächst 5 mm abgemessen und dann ebenfalls die Anzahl Millimeter hinzugefügt werden, welche der Distanz der Objektive entspricht. Die 68 mm Bildstrecke auf beiden Seiten teilt man noch in zwei gleiche Teile und markiert sich den gefundenen Punkt am Rande des Bildes. Die durch ihn gelegte Senkrechte stellt die Fernpunktvertikalen dar, welche auf dem fertigen Bilde so eine Entfernung von 78 mm erhalten. Schlieſslich zieht man noch neben der Halbierungslinie des ganzen Bildes zwei Parallelen in gleichem Abstande, um die unbrauchbaren Bildteile zu entfernen. Manche ziehen es vor, die Markierung auf dem *Negativ* selber vorzunehmen und auf ihm die Senkrechten mit einer Nadel einzureiſsen. Auf diese Weise hat man auf der Kopie gleich die nötigen Linien. Wer aber seine Stereoskopplatten auch als Einzelbilder kopieren will, wird diesen Weg vermeiden, weil dadurch der für diese sehr wohl brauchbare Bildüberschuſs durch die Linien ebenfalls Schaden

auf dem Negativ.

erleidet. Besser ist es, in diesen Fällen die Linien nicht auszuziehen, sondern nur am oberen und unteren Rande zu markieren, der durch kleine Plattenfehler, wie abgelöste oder gekräuselte Gelatine u. s. w., doch in den meisten Fällen unbrauchbar ist.

Kontrolle.

Manchmal freilich wird das benutzte Stereoskop noch eine Korrektur erfordern, die man am einfachsten durch den Versuch vornimmt. Anfangs ist es ratsam, in allen Fällen in gleicher Weise die Richtigkeit der Begrenzung zu kontrollieren. Die beiden beschnittenen und vertauschten Bilder werden auf eine glatte Unterlage in gleicher Höhe aufgelegt und in das Stereoskop gebracht und so lange voneinander entfernt oder zusammengeschoben, bis die Vereinigung am leichtesten erfolgt. Greifen dabei die zusammenstoſsenden Ränder übereinander, so wird von beiden noch die Hälfte des übergreifenden Stückes abgeschnitten; müssen sie voneinander entfernt werden, so miſst man sich den entstehenden Zwischenraum aus.

Horizontale Begrenzung.

Die Begrenzung am oberen und unteren Rande geschieht im wesentlichen nach dem Schönheitsgefühl. Mit Rücksicht auf das bequem mit den Augen zu übersehende Bildfeld sollen sich die Bilder nicht mehr nach oben und unten über den Horizont erstrecken, als ein Drittel der Brennweite der Aufnahmeobjektive, die Gesamthöhe von zwei Dritteln nicht überschreiten. Das ergiebt für 12 cm Brennweite 8 cm, für 15 cm Focaldistanz 10 cm ganze Bildhöhe.

Das Aufkleben.

Um nun die Bilder in der richtigen Höhe aufkleben zu können, muſs man die Lage des Horizontes kennen. Befanden sich die Objektive während der Aufnahme in ihrer Normalstellung, so liegt der Horizont in der Mitte des Negatives und in der Mitte des bildtragenden Kartons. Wurden die Objektive jedoch um irgend einen Betrag über oder unter die Normalstellung senkrecht verschoben, so liegt der wahre Horizont nicht mehr in der Mitte des Negatives, sondern um den Betrag der Verschiebung darüber oder darunter und muſs infolgedessen auch um den gleichen Betrag über oder unter die Mitte des Kartons zu liegen kommen. Man zieht sich die horizontale und die vertikale Mittellinie auf dem Karton. Die Halbbilder werden so nebeneinander gelegt, daſs die Fernpunkte in 78 mm, beziehungsweise in die durch den Versuch ermittelte Entfernung zu stehen kommen. Dabei bleibt jenachdem zwischen den Bildern ein freier Raum oder nicht. Um sie in der richtigen Höhe anzuordnen, muſs, wie gesagt, bekannt sein, ob sie bei normal stehenden oder verschobenen Objektiven aufgenommen sind. Ist ersteres der Fall, so wird der Bildhorizont, d. h. die das Negativ in der Längsrichtung halbierende Linie, in die entsprechende Mittel-

linie des Kartons geklebt. Dabei braucht nun nicht ein gleich grofses Stück des Bildes über oder unter ihr zu liegen, wenn nicht das Bild gerade an seinem oberen und unteren Rande so beschnitten ist, dafs gleich grofse Teile über und unter dem Horizonte des Negatives liegen, was aus Schönheitsrücksichten oft nicht der Fall sein wird. Es ist also stets zweckmäfsig, sich auf dem Negativ am Bildrande die Lage der Horizontalebene zu markieren. Hatte man die Linsen bei der Aufnahme verschoben, so mufs der Horizont des Bildes um den Betrag der Verschiebung von der Mittellinie auf dem Karton abstehen. In diesem Falle stimmen also normaler Horizont, gegeben durch die Halbierungslinie des Kartons, und der wahre Bildhorizont, gegeben durch die Verbindungslinie der optischen Axen der Aufnahmeobjektive nicht mehr miteinander überein. Diese ganze Zurichtung sieht auf den ersten Blick sehr kompliziert und entmutigend aus, ist es aber nicht, wenn man die Sache einmal verstanden und einigemal geübt hat. Hat man sich die nötigen Begrenzungs- und Horizontalmarken auf dem Negativ einmal festgelegt, so hat man sie für alle zukünftigen Fälle und braucht nur Negativ und Positiv beim Aufkleben zu vergleichen, um vor Fehlern sicher zu sein.

Zum Aufkleben der Stereoskopbilder wähle man einen ganz einfachen schwarzen Karton, der leider in den meisten Handlungen nicht vorrätig ist und meist erst bestellt werden mufs. Alle hellen oder gar umrandeten Karten stören bei der Betrachtung. Man lasse sich daher nicht zum Ankaufe eines vorhandenen, aber ungeeigneten Kartons verleiten.

Zum Herstellen der Papierbilder eignen sich nur solche Papiere, die eine glatte Oberfläche besitzen, also im wesentlichen die Gelatinepapiere. Die Benutzung der Celloïdinpapiere ist deswegen nicht ratsam, weil ihre Oberfläche zu leicht den mannigfachsten Beschädigungen ausgesetzt ist. Es braucht wohl kaum noch besonders darauf aufmerksam gemacht zu werden, dafs das Aufkleben der Bilder mit ganz reinem, klumpenfreien Kleister geschehen mufs, der dünn und gleichmäfsig aufgestrichen wird, um eine glatte Fläche zu behalten. Sehr vorteilhaft ist es, die Bilder heifs zu satinieren. Kopierpapier.

Weitaus besser als die Papierbilder wirken die in der Durchsicht betrachteten Diapositive. Einmal ist ihre Oberfläche glatt und eben, und sodann sind sie ja ein völliges Analogon unserer bei der Konstruktion der Bilder zu Grunde gelegten durchsichtigen Scheibe. Die Herstellung der Glasbilder ist oben beschrieben (S. 210). Das Zurichten der Bilder erfolgt genau so, wie Diapositive.

bei den Papierbildern; nur ist man genötigt, an den zusammenstoſsenden Teilen das entsprechend groſse Stück mit einem Glaserdiamanten abzuschneiden. Das Abschneiden wird stets so vorgenommen, daſs die Halbbilder unter allen Umständen zusammenstoſsen. Bleibt dabei noch ein unbrauchbares Stück bestehen, so klebt man einen entsprechend breiten Streifen schwarzes Papier über die Mitte. Das ist nötig, um die Bilder zusammenzuhalten. Beide Diapositive werden auf einer gemeinsamen Deckscheibe aufgelegt, im Stereoskop nochmals die richtige Lage kontrolliert und dann mit schwarzen Papierstreifen ringsum festgeklebt. Die nach auſsen, oben und unten liegenden überschüssigen Bildteile brauchen nicht abgeschnitten zu werden, sondern es genügt, sie mit schwarzem Papier zu überkleben. In der Regel verwendet man nicht Diapositivplatten von der Gröſse des Negatives, sondern quadratische von $8^1/_2 : 8^1/_2$ cm, die in den meisten Handlungen vorrätig sind. Dadurch vermeidet man das Durchschneiden der Platten, muſs aber bei dem Auflegen auf das Negativ besonders vorsichtig sein, damit nicht der Horizont auf der einen Hälfte höher zu stehen kommt als auf der anderen, und beim Schlieſsen des Kopierrahmens die Platten sich nicht verschieben. Zweckmäſsig ist es, sich gleich durch irgend ein Zeichen auf dem Diapositiv das rechte und linke Bild kenntlich zu machen.

Diese Diapositive können unter Umständen mit dem gröſsten Vorteil in der auf S. 212 beschriebenen Weise koloriert werden. Bei Sonnenschein pflegen die hellen Partieen in der Landschaft den Anschein zu erwecken, als ob sie beschneit wären, und Personen bekommen nicht selten das Aussehen von Leichen oder ausgebleichten Wachsfiguren. Durch eine ganz leichte Kolorierung wird dieser Eindruck beseitigt und das Ganze viel lebenswahrer. Mitunter genügt es schon, eine ganz leicht getonte Scheibe hinter das Diapositiv zu setzen, um den unangenehmen Eindruck des Erstarrtseins zu verlöschen. Bei dem Kolorieren mit Anilinfarben muſs man die Farbe auf beiden Bildern möglichst gleichmäſsig auftragen und die korrespondierenden Bildpunkte in derselben Farbe wiedergeben. Das ist um so nötiger, je kleiner die betreffenden Stellen sind. Hat man z. B. einen rotblühenden Rosenstrauch zu tuschen, so macht man zunächst alle grünen Teile fertig, wobei man sich einstweilen gar nicht um die Blüten kümmert, sondern einfach über sie wegmalt. Will man nun aber die Blumen einmalen, so muſs man die kleinen roten Tupfer recht genau auf die korrespondierenden Stellen setzen, da andernfalls diese Kleckse in der Luft schweben, geradeso wie die Plattenfehler und andere ohne

korrespondierende Punkte verbleibende Unregelmäſsigkeiten. Um sich von dem groſsen Vorteil der Kolorierung der Glasstereoskopen zu überzeugen, eignet sich kaum etwas besser, als ein Objekt der ebenerwähnten Art, welches gleichzeitig auch zur Einübung am zweckentsprechendsten ist. Die Sache selber ist viel leichter, als es anfangs den Anschein hat, wenn man nur beide Bilder nicht nacheinander, sondern gleichzeitig nebeneinander vornimmt.

Da die Diapositive im durchfallenden Lichte betrachtet werden, so versieht man die Rückwand der Stereoskopen mit einer Mattscheibe, die aber meistens so grob mattiert ist, daſs ihr Korn die Wirkung der Bilder ganz erheblich beeinträchtigt. Warum man die Mattscheibe nicht durch eine Milchglasscheibe ersetzt, ist ebensowenig einzusehen, wie die ausdauernde Hartnäckigkeit, mit der die Fabrikanten die Beseitigung der anderen Mängel der Stereoskope, der meist zu kleinen Spiegel u. s. w., umgehen.

Es hat nicht an Versuchen gefehlt, die übliche Form der Stereoskope zu verbessern. Da aber jeder nur für sich verbessert, so ist im groſsen und ganzen alles beim alten geblieben. Ganz gute Vorrichtungen beschrieb Bergling in seinem oben citierten Buche. Eine sehr gute, vielleicht die beste Konstruktion ist das Orthostereoskop von Stolze. Leider kostet das Instrument einige 70 Mark und ist infolgedessen von der allgemeinen Verwendung ausgeschlossen. Der Preis dürfte sich recht wohl herabsetzen lassen, wenn sich nur die Groſsfabrikation der Sache bemächtigen wollte. Bis das der Fall ist, muſs man sich wohl oder übel in das Unvermeidliche fügen, wenn man der Weiterverbreitung der Stereoskopie nicht neue Hindernisse bereiten will. Ob die oben angedeutete Einheit in den Kreisen der Photographen allerdings in absehbarer Zeit eintreten wird, ist bei der geradezu sprichwörtlichen Uneinigkeit der Jünger unserer schönen Technik oder Kunst leider zu bezweifeln.

Falsche Anordnung.

Ordnet man die Halbbilder falsch an, so entstehen für die Vereinigung zu einem plastischen Ganzbilde groſse Schwierigkeiten. Stehen sie zu weit voneinander, so wird entweder die Verschmelzung ganz unmöglich, oder die Plastik erscheint übertrieben, gerade so, als wenn die Aufnahme mit zu groſser Linsendistanz gemacht wäre. Dieser Fall tritt besonders störend hervor bei Aufnahmen einzelner Objekte aus geringer Entfernung, bei einzelnen Präparaten, Blumen, Figuren u. s. w. Etwas Analoges ist entsprechend bei zu groſser Nähe der Fernpunkte wahrzunehmen. Liegt der Horizont nicht in gleicher Höhe, so ist die Vereinigung überhaupt nicht möglich. Hat man die Einzelbilder nicht vertauscht, im übrigen aber richtig

angeordnet, so tritt zwar ein körperlicher Eindruck auf, aber genau der umgekehrte, wie er beabsichtigt ist. Bei sehr komplizierten Objekten, insbesondere Landschaften, findet sich der Beschauer in dem Gewirr von Linien nicht mehr zurecht, einfache Sachen zeigen aber den »pseudoskopischen« Effekt sehr schön. Ein Beispiel dieser Art giebt Fig. 176. Sie stellt ein Schädeldach mit Krebsmetastasen an der harten Hirnhaut dar. Um das im Text eingedruckte Bild stereoskopisch betrachten zu können, schraube man aushilfsweise die beiden Linsen des Stereoskopes ab und halte sie in richtiger Entfernung voneinander und dem Papier mit der Hand. Das Bild wird genau den Eindruck erwecken, als ob man einen

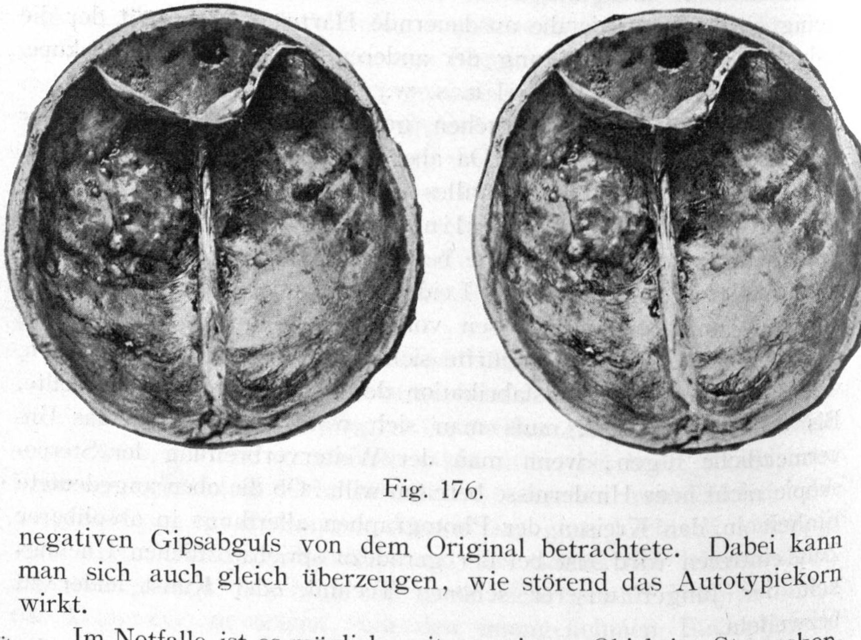


Fig. 176.

negativen Gipsabguſs von dem Original betrachtete. Dabei kann man sich auch gleich überzeugen, wie störend das Autotypiekorn wirkt.

Stereogramme mit einem Objektiv.

Im Notfalle ist es möglich, mit nur einem Objektive Stereoskopbilder herzustellen. Man teilt mit Hilfe der Scheidewand die Kamera in zwei Teile, geradeso wie es oben beschrieben ist, und verschiebt die in der Mitte auf dem Objektivbrett aufgeschraubte Linse einmal auf die eine Seite und exponiert und dann auf die andere und macht die zweite Aufnahme. Die Verschiebung muſs natürlich so erfolgen, daſs ihr Gesamtbetrag 68 mm beträgt und daſs bei jeder Aufnahme die optische Axe des Objektives genau die Hälfte dieses Betrages seitlich von der Mittellinie absteht. Bei den oben beschriebenen Kameras sind die Ausschnitt der Stirnbretter und der Objektivbretter so zu einander abgestimmt, daſs das ohne weiteres

möglich ist. Das ist genügend genau auf folgende Weise zu erreichen. Das Objektivbrett mit dem in seiner Mitte aufgeschraubten Objektive wird so fixiert, daſs die hintere Objektivlinse zu beiden Seiten der Scheidewand gleich weit überragt. Durch einen Strich auf dem Brett und auf dessen Führungsleisten markiert man sich diese Lage. Nun miſst man auf der Führungsleiste nach beiden Seiten der Mittelmarke je 34 mm ab und bezeichnet sich die Endpunkte wieder durch einen kleineren Strich. Nun braucht man nur die Marke auf dem verschiebbaren Objektivbrett mit den beiden äuſseren zur Deckung zu bringen. Da beide Aufnahmen nacheinander gemacht werden müssen, ist mit besonderer Vorsicht darauf zu achten, daſs sie genau gleich lange exponiert werden. Zweckmäſsig ist es, beide Aufnahmen auf eine Platte zu machen. Zwischen beiden ist nichts nötig als die Verschiebung des Objektivbrettes. Im übrigen wird genau so verfahren wie bei der oben geschilderten Aufnahme mit zwei identischen Linsen. Naturgemäſs eignen sich nur durchaus ruhige Gegenstände für diese Art der Aufnahme, weil jede Veränderung während der Zwischenzeit die nachträgliche Vereinigung stört.

Endlich ist es auch möglich, mit feststehendem Objektive Stereogramme herzustellen. In diesen Fällen muſs das Objekt verschoben werden. Abgesehen davon, daſs das nur bei wenigen Gegenständen ausführbar ist, kann der Betrag der Verschiebung nur durch Versuche ermittelt werden, sodaſs die ganze Methode unzuverläſsig und die erzielte Wirkung schwer auf ihre Naturwahrheit zu kontrollieren ist.

Stereogramme mit vergröſsertem Linsenabstand.

Die Schwierigkeiten der Stereoskopie nehmen zu, wenn aus Gründen wissenschaftlicher Specialzwecke der Objektivabstand über die Norm vergröſsert oder verringert werden soll. Die Vergröſserung des Abstandes wird erforderlich, wenn noch Gegenstände plastisch erscheinen müssen, die weiter als 230 m entfernt sind. Im allgemeinen sind diese Fälle selten. Ist irgendwie dabei Vordergrund vorhanden, so darf man eine Linsenentfernung von 80 mm nicht überschreiten, weil sonst die nahen Teile so groſse Verschiebungen erleiden, daſs sie nicht mehr zur Deckung zu bringen sind. Es ist aber immerhin möglich, z. B. Wolken stereoskopisch aufzunehmen. Dazu sind aber ebenso wie zur photogrammetrischen Höhenbestimmung zwei Stationen mit identischen Instrumenten nötig, deren Entfernung voneinander je nach der Höhe der Wolken bis zu einem Kilometer betragen kann. Diese Art Aufnahmen sind daher so schwierig, daſs wir sie übergehen können, ebenso wie die stereoskopischen Photographieen des

Mondes u. s. w. Wertvoll können die Aufnahmen mit vergröſserten Linsenabständen für die Zwecke der Luftschiffahrt und der Militärbehörden sein; aber einstweilen kommt man in allen diesen Fällen mit der einfachen Aufnahme mittels Fernobjektives weiter.

Mikrostereogramme.

Wichtiger sind die Aufnahmen mit verkleinertem Linsenabstande, weil sie uns auf das Gebiet der Mikrostereoskopie führen. Bis zu einem Linsenabstande von 50 mm kann man ganz analog verfahren, wie oben beschrieben. Das Anordnen der Halbbilder in der richtigen Entfernung erfolgt am einfachsten durch Probieren im Stereoskop. In der Regel schadet eine etwas zu groſse Entfernung und dadurch übertriebene Perspektive nicht, weil man sie bei derartigen Aufnahmen zum Zwecke der deutlicheren Veranschaulichung der körperlichen Verhältnisse sogar wünscht. Dabei muſs sich der Photograph aber des Umstandes bewuſst bleiben, daſs er möglicherweise kein absolut objektives, streng naturgetreues Bild mehr anfertigt. Das ist unter Umständen gerade so erlaubt, wie die Erläuterung von allen möglichen Dingen durch schematische Zeichnungen. Beiden fehlt nur die absolute Beweiskraft, sie sind nur Anschauungsmittel.

Das Gleiche gilt von allen Mikrostereoskopieen. Hier sind die Aufnahmebedingungen ganz andere als beim gewöhnlichen körperlichen Sehen, und die allermeisten Objekte, die hier in Betracht kommen, sind wir gar nicht gewöhnt, körperlich zu sehen. Es giebt vorläufig noch keine genaue Begründung der Prinzipien, wie es der Fall ist bei den gewöhnlichen Aufnahmen. Man ist mehr oder weniger aufs Probieren angewiesen, das so zeitraubend ist, daſs nur eine sehr geringe Anzahl von Mikrophotographen sich damit abgegeben hat. Verfasser selber hat sich viel mit allen möglichen Versuchen beschäftigt, weil wirklich gute und insbesondere einwandfreie und zuverläſsige Mikrostereogramme von gröſstem Werte wären, aber ihm hat sich kein Weg bisher als bequem und sicher gangbar erwiesen. Man erhält zwar unter Umständen einen körperlichen Eindruck, aber inwieweit er der Natur entspricht, ist kaum zu sagen. Das gilt namentlich von der erst neuerdings wieder empfohlenen Methode, zwei übereinander gelegene Ebenen aufzunehmen und im Stereoskop zu vereinigen. Sie widerspricht den für die gewöhnlichen Aufnahmen gegebenen Prinzipien vollständig, und der mitunter auftretende körperliche Eindruck ist mehr oder minder frommer Selbstbetrug. Jedenfalls sollten die allgemeinen Grundsätze der Stereoskopie nach Möglichkeit auf die mikroskopischen Bilder übertragen werden. Die Binokulare verschiedener Konstruktion versagen aus mancher-

lei Gründen bei der Photographie oder machen eine so grofse Komplikation des Instrumentariums nötig, dafs sie schon deshalb praktisch unbrauchbar sind. Näher auf diese Sachen einzugehen erscheint daher hier nicht der Ort. Ausführlich ist eine Arbeit von Fritsch »Uber das stereoskopische Sehen im Mikroskop und die Herstellung stereoskopischer Mikrotypieen auf photographischem Wege« in der Festschrift zur Feier des hundertjährigen Bestehens der Gesellschaft Naturforschender Freunde zu Berlin. Obwohl im Jahre 1873 geschrieben, ist sie noch heute »modern«, weil die Fortschritte der mikroskopischen Technik an der Stereoskopie spurlos vorübergegangen sind.

Wer den Versuch wagen will, möge sich vorerst an folgende zwei Methoden halten, erstens die Aufnahme mit der »halben« Blende und zweitens an die mit der Fritschschen Wippe. Die halbe Blende wird im Objektiv da eingeschaltet, wo bei der Dunkelfeldbeleuchtung die centrale Blende eingesetzt wird. Man arbeitet also nur mit den halben Strahlenkegeln, woraus wieder mannigfache Unzuträglichkeiten resultieren. Verfasser versuchte etwas Ähnliches mit der halben Blende im Beleuchtungsapparat, ohne aus mancherlei Gründen erfreuliche Resultate zu erreichen. Die zweite Methode ist nur für schwache Vergröfserungen mit einigem Vorteile brauchbar, hat aber so wenig Eingang in die Praxis gefunden, dafs sie hier übergangen werden kann. In der citierten Arbeit findet sich alles Wissenswerte.

So kommen wir zum Schlusse dahin, dafs die Mikrostereoskopie noch nicht mit der gewöhnlichen wetteifern kann. Hoffentlich gelingt es aber in Zukunft, auch sie so zu vervollkommnen, dafs sie auch für die tägliche Praxis der Photographie, um deren Bedürfnisse es sich im vorliegenden Buche handelt, geeignet wird. Je mehr sich die Wissenschaftler und Amateure mit der Stereoskopie im allgemeinen befreunden, wird auch auf diesem Gebiete die Zeit der Vervollkommnung nicht ausbleiben.

KAPITEL VIII.

DIE VERWENDUNG DER RÖNTGEN-STRAHLEN.

Der Zusammenhang, welchen die Röntgenstrahlen mit der Photographie haben, ist nur ein sehr loser, und sie würden überhaupt nicht in den Bereich des vorliegenden Buches hineingezogen sein, wenn nicht die Sichtbarmachung dieser Strahlen und insbesondere die objektive Festhaltung mancher Erscheinungen mit Hilfe photographischer Prozesse geschähe. Wer sie nicht technisch vollkommen beherrscht, kann leicht zu großen diagnostischen Irrtümern gelangen, wie die Erfahrung wiederholt gezeigt hat. Natürlich haben die X-Strahlen wieder eine Klasse von Spezialisten auftauchen lassen. Namentlich viele Ärzte haben sich der Radiographie zugewendet und machen die Mode mit ohne genügende Kenntnisse der Photographie, und manche von ihnen wollen nur die zur Erzeugung von Bildern mit X-Strahlen nötigen Handgriffe erlernen. Das ist verständlich bei ihrer nicht selten stark in Anspruch genommenen Zeit, aber die Erfahrung des Verfassers hat ihm gezeigt, daß dabei für die streng wissenschaftliche Methode nichts herauskommt. Das merkt gar mancher schließlich selber, und wenn er dann die nötige Enttäuschung erfahren hat, wendet er der allgemeinen Photographie sein Streben zu und wird eifriger »Amateur«. So sind auch die X-Strahlen Werber geworden für die Förderung und Ausbreitung der photographischen Beschäftigung.

Wesen der Radiographie.

Allerdings kommen bei der Anfertigung der Bilder keine Objektive zur Aufnahme der Gegenstände in Betracht, sondern die sogen. Photographie mit X-Strahlen entspricht vielmehr dem, was

in der gewöhnlichen photographischen Praxis beim Kopieren geschieht. Das Objekt selber ist das Negativ, ganz ähnlich wie bei den allerersten photographischen Versuchen. Es handelt sich stets dabei um einfache Herstellung von Schattenrissen, und man hat daher eine Menge Namen vorgeschlagen, wie Radiographie, Skiagraphie und viele andere mehr.

Fortschritte.

Über die Natur der von Röntgen entdeckten neuen Strahlen ist heute ebensowenig etwas Zuverlässiges bekannt, wie zur Zeit ihrer Entdeckung, und ebenso ist ihre Wirksamkeit auf die Silbersalze bisher noch nicht mit Sicherheit erklärt. Ebensowenig wie man theoretisch besondere Fortschritte gemacht hat, sind auch neue praktische Gesichtspunkte im Laufe der Zeit hervorgetreten. Zwar ist in Büchern und Zeitschriften eine Unsumme von Verwendungsarten vorgeschlagen, aber einen objektiven Wert haben nur wenige. Um ein Beispiel statt vieler gleichwertiger anzuführen, hat man Unterschiede gefunden bei der Durchleuchtung echter und unechter Perlen. Das ist ganz schön, wenn man beide nebeneinander hat und die echte und unechte kennt, aber dafs es jemanden giebt, der eine einzelne Perle unbekannten Ursprungs mit Hilfe der Durchleuchtung klassifizieren kann, ist unwahrscheinlich. Überhaupt hat man wohl die Verwertbarkeit der Röntgenstrahlen überschätzt. Bei dem gewaltigen Aufsehen, welches die Entdeckung gemacht hat, folgte für den Unbefangenen ein ergötzliches Schauspiel. Jeder, der irgend Gelegenheit hatte, suchte mit fiebernder Hast seinen Namen mit unsterblich zu machen. Was dabei alles produziert wurde, ist staunenswert, und namentlich in ärztlichen Kreisen begann eine litterarische Hochflut. Und was ist bei allen den unzähligen, anfangs meist mit geborgten Apparaten oder von fremden Besitzern ausgeführten Dingen herausgekommen? Wenn man die Unsumme von Publikationen, die stattgefunden haben, ohne kritische Prüfung betrachtet, so sollte man meinen, dafs ganz gewaltige Fortschritte in der praktischen, wie in der theoretischen Handhabung gemacht worden wären. Wer aber, wie Verfasser, von dem Tage des Bekanntwerdens der Entdeckung an ununterbrochen selbst mit eigenen Instrumenten ruhig diesen Dingen nähergetreten ist und all die Publikationen auf ihre Ausführbarkeit und ihren Wert durch Nachprüfung verfolgt hat, wird anderer Meinung sein. Aufserdem wird es ihm vorkommen, dafs er Entdeckungen mit dem Brustton grofser Überzeugung publiziert sieht, die er selbst vor langer Zeit schon selber gemacht und aus einfach praktischen Gründen nach genauer Prüfung wieder verlassen hat. Um nur ein Beispiel zu erwähnen, so sei daran erinnert, dafs Levy-Dorn

empfohlen hat, in die Körperhöhlen, z. B. den Mund, die Vagina u. s. w. kleine Fluorescenzschirme, nach Art der Kehlkopfspiegel einzuführen, um so eine Hilfe in der Diagnostik bestimmter Veränderungen zu haben. Verfasser hatte diese Experimente schon reichlich ½ Jahr früher gemacht und dabei nach mehrwöchigen Versuchen festgestellt, daſs diese ganze Einführung kleiner Fluorescenzschirme höchstens dazu angebracht ist, schwerwiegende Irrtümer in der Diagnose zu begehen. Es ist schon nicht leicht, sich auf einem groſsen Übersichtsschirm zurecht zu finden, ganz unmöglich aber auf einem so kleinen Stückchen, wie es in die genannten Körperhöhlen eingeführt werden kann. Die Dinge, die mit Hilfe dieser Röntgenspiegel gesehen werden sollen, etwa Wirbelkörper und dergl., sind gröſser als sie. Infolge dieser Umstände hat Verfasser auch keine Veranlassung genommen, von seinem Versuche Mitteilung zu machen. Es kann einer Sache nicht dadurch gedient werden, daſs man jede plötzlich auftauchende Idee dem Publikum übergiebt, sondern dadurch, daſs man einen wirklichen Fortschritt herbeiführt, und dieser Fortschritt, der bisher erzielt ist, besteht lediglich in der Einführung der Platinspiegel in der Hittorffschen Röhre und weiterhin in der Herstellung brauchbarer Verstärkungsschirme. Die Platinspiegel sind bereits im Februar 1896 von Alfred W. Porter benutzt, worüber in der englischen Zeitschrift »Nature« von 5. März 1896 pag. 413 berichtet ist. Die Verstärkungsschirme wurden im Princip eingeführt durch die Arbeiten von Winkelmann und Straubel (Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft, Bd. 30), welche die Fluorescenz gewisser Fluſsspatsorten zur Verstärkung der photographischen Wirksamkeit benutzten. Frühere wohl auſser vom Verfasser noch von mancher anderen Seite gemachte Versuche, die Barium-Platin-Cyanürschirme oder das Salz in irgend einer anderen Form zu gleichem Zwecke zu benutzen, scheiterten an der dadurch verursachten freiwilligen Zersetzung der Silberschichten. Späterhin verwendete man das wolframsaure Calcium zu gleichem Zwecke. Die ersten wirklich brauchbaren, nahezu kornlosen Schirme dieser Art erhielt Verfasser von Dr. Berliner, einem wissenschaftlichen Mitarbeiter der Berliner allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft.

Verwendung in der Medizin.

Es kann hier nicht die Aufgabe sein, alles zusammenzustellen, was über die Verwendbarkeit der X-Strahlen auf den verschiedensten Gebieten publiziert ist. Hier kann nur ein Abriſs der Methode im allgemeinen gegeben werden, soweit sie mit der Photographie sich in Zusammenhang bringen läſst. Den greif-

barsten und nutzbringendsten Vorteil hat die Medizinische Wissenschaft von der Röntgenschen Entdeckung gehabt, aber auch hier ist der Wert zum Teil überschätzt. Es hat sich eine Klasse von Deutern herausgebildet, die aus einem Aktinogramm die gröſsten Dinge herausliest. Wenn es nicht noch andere Untersuchungsmethoden gäbe, die den Diagnostiker mehr oder weniger unbewuſst beeinflussen, so würde der auf der Durchleuchtung basierenden Diagnose noch weniger Wert beizulegen sein, als die meisten glauben. Wer sich davon überzeugen will, kann ein Beispiel wiederholen, welches Verfasser benutzt hat, um sich ein Urteil zu bilden. Er hat drei Aufnahmen von einem Kinderrumpf gemacht, bei verschiedenen Expositionen vor und nach der Obduktion. Am meisten erkannten die Versuchspersonen von einer ihnen suggerierten inneren Affektion an dem Bilde, welches nach der Obduktion gemacht wurde, wo in der Leiche gar keine Organe mehr vorhanden waren! Daſs jede Durchleuchtungsdiagnose subjektiv beeinfluſst wird, ist ganz sicher, wenn auch jedesmal auf eine derartige Behauptung eine heftige Erwiderung oder souveräne Verachtung gelehrter Radiographen dem Zweifler sicher ist. Trotz aller X-Strahlen werden auch heute noch kritische Diagnosen nicht absolut entschieden, z. B. die Unterscheidung von Aneurysma der Aorta und Tumor der Speiseröhre und Bronchien, wie die Erfahrung auf dem Sektionstisch lehrt. Es soll nicht bestritten werden, daſs die Medizin viele Vorteile von den X-Strahlen gehabt hat und in Zukunft noch haben wird, daſs manche Diagnose möglich ist, die früher zweifelhaft oder unmöglich war, aber es ist dringend erwünscht, nicht allzu sanguinisch und optimistisch zu sein, sondern zu bedenken, daſs alles menschliche Wissen Stückwerk ist und einem zu hoch gespannten Enthusiasmus eine tiefe Ernüchterung folgt.

Erzeugung der X-Strahlen,

Auch heute noch wird, wie schon von Röntgen, zur Erzeugung der Ströme hoher Spannung und Wechselzahl, die zur Erregung der Hittorffschen Röhren nötig sind, der **Induktionsapparat** verwendet. Statt des Induktionsapparates könnte auch eine **Influenzelektrisiermaschine** verwendet werden; aber für die Zwecke der Anwendung in der Medizin genügt dieses Hilfsmittel nicht für alle Fälle. Für zoologische, botanische Zwecke und für manche andere ist die Influenzmaschine aber genügend. Mit ihrer Verwendung beschäftigt sich die Arbeit von Parzer-Mühlbacher, photographische Aufnahme und Projektion mit Röntgenstrahlen, Berlin 1897. Die von diesem Autor benutzte Einrichtung zeigt Fig. 177. Er verwendet eine nach dem System Wimshurst ge-

a) mit der Influenzmaschine,

baute, selbsterregende Influenzelektrisiermaschine mit mehreren rotierenden Scheiben von etwa 40 cm Durchmesser. Zum Antrieb dient ein Heiſsluftmotor. Eventuell kann auch ein Wasser- oder Elektromotor benutzt werden. Betreffs der Einzelheiten sei auf das Original verwiesen, dessen Illustrationen zur Genüge



Fig. 177.

beweisen, daſs diese Art der Erzeugung des nötigen Stromes für viele Fälle ausreicht. Auſserdem ist die ganze Einrichtung erheblich billiger als die mit Induktorium.

b) mit Induktoren.

Der hohe Preis der groſsen Induktorien zeitigte den Beweis, daſs man sich mit kleinen Instrumenten behelfen könne. Wie so manches in der Geschichte der X-Strahlen erwies sich aber dieser Beweis

als nur für ganz bescheidene Bedürfnisse geltend. Wer zu medizinischen Zwecken die Durchleuchtung auch des Rumpfes ausüben will, gehe nicht unter die Funkenlänge von 25 cm des Induktors herab. Über 50 cm braucht er auch nicht erheblich zu betragen, weil die käuflichen Röhren eine derartige Funkenlänge nur in den allerseltensten Fällen vertragen. Von den Funkeninduktoren, die Verfasser im Laufe der Zeit kennen gelernt hat, haben die von Kohl in Chemnitz hergestellten die gröſste Leistungsfähigkeit im Vergleiche zu ihren Dimensionen. Ein Kohl'sches Induktorium von 25 cm Funkenlänge ist etwa 18 cm kleiner als die gleich wirksamen Instrumente von Keiser & Schmidt, Hirschmann, Reiniger, Gebhardt & Schall, Berliner allgemeine Elektrizi-

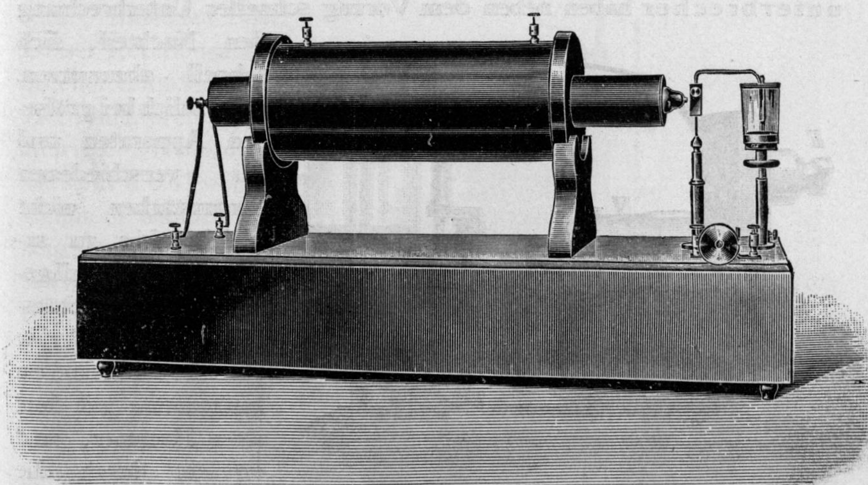


Fig. 178.

tätsgesellschaft in Berlin u. s. w. und anderen Firmen, wie denn auch diese Firma eine der wenigen war, die in der Vorröntgenschen Zeit sich speciell mit dem Baue von Induktorien beschäftigte. Die Konstruktion und die Wirksamkeit eines Induktionsapparates müssen an dieser Stelle als bekannt vorausgesetzt werden. Während des Druckes erfuhr Verf., daſs auch Hirschmann jetzt seine Induktorien erheblich verbessert und in ihren Gröſsenverhältnissen reduziert hat. Diese neuen Instrumente erfordern auch einen wesentlich geringeren Betriebsstrom von in maximo 3 Ampère.

Die neueren Apparate von Kohl, Fig. 178 bestehen aus drei Teilen, dem Grundkasten mit dem Kondensator und zwei Aufsätzen, auf welche die sekundäre Rolle lose aufgelegt wird. In diese wird die primäre Spule lose eingeschoben. Diese An-

ordnung ist sowohl für den Transport als für die Aufbewahrung sehr angenehm, während die fest zusammengebauten Induktorien ein recht lästiges Sperrgut darstellen.

Unter-brecher.

Für die Durchleuchtungen ist von groſser Wichtigkeit der **Unterbrecher** des primären Stromes. Er soll eine groſse Anzahl von Unterbrechungen liefern, damit das Auge nicht durch das Flimmern der Röhre unangenehm berührt wird und die Exposition verringert werden kann. Ferner muſs er auch so eingerichtet sein, daſs die Unterbrechungsstelle immer einen sicheren Kontakt giebt, leicht zu ersetzen und zu reinigen ist, und daſs er bei veränderlicher Stromstärke gleichmäſsig arbeitet. Welcher von den vielen Unterbrechern der beste ist, läſst sich schwer entscheiden.

Platinunter-brecher.

Die Platinunterbrecher haben neben dem Vorzug schneller Unterbrechung den Nachteil, sich schnell abzunutzen, namentlich bei gröſseren Apparaten und bei verschiedenen Stromstärken nicht gleichmäſsig zu arbeiten. Die allgemeine Elektrizitätsgesellschaft in Berlin versieht die kleineren Instrumente mit dem alten Hammer, und erreicht durch die Anbringung verschiedener Verstellungen ein vorzügliches Arbeiten. Bis zu 15 cm Funkenlänge genügt der Platinunterbrecher. Bei gröſserer Funkenlänge und dadurch bedingtem stärkeren Primärstrom verbrennt das Platin zu schnell, und hier tritt der **Quecksilberunterbrecher** helfend ein.

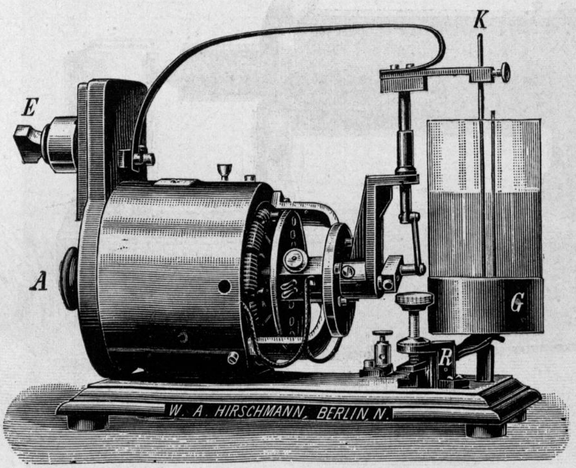


Fig. 179.

Queck-silberunter-brecher.

Die alten Formen nach Foucault u. s. w. arbeiten für die Durchleuchtung meist zu langsam. Die Konstruktion der einfacheren erhellt aus der oben beigegebenen Figur 178. Hier wird durch den Eisenkern der Primärspule die Unterbrechung besorgt, ganz ähnlich wie bei dem gewöhnlichen Platinunterbrecher. Wenn sie sehr sorgfältig reguliert werden, so können sie für photographische Zwecke vollauf genügend sein, während für das Auge wohl noch eine schnellere Unterbrechung erwünscht ist. Diese wird gegenwärtig dadurch erreicht, daſs als Unterbrecher ein schnelllaufender Elektromotor genommen

wird. Ein derartiges vorzügliches Instrument ist das von Hirschmann (Fig. 179) konstruierte, welches sowohl für Accumulatorenbetrieb geliefert wird, als auch zum direkten Anschlufs an eine Centralleitung. Mit Hilfe eines geeigneten Regulierwiderstandes läfst sich die Zahl der Unterbrechungen in weiten Grenzen regulieren, bis zu 1500 in der Minute, sodafs ein nahezu konstantes Leuchten der Röhre stattfindet. Diese Firma baut auch einen etwas einfacher gehaltenen und billigeren Rotationsunterbrecher, der namentlich für mittlere Instrumente völlig ausreicht. Ein ähnliches Instrument ist das von Kohl gebaute (Fig. 180), mit dem Verfasser arbeitet und sehr zufrieden ist. Dieser Rotationsunterbrecher erfordert 3—4 Accumulatoren zum Betrieb. Neuerdings versieht Kohl sein Instrument, wie die Figur zeigt, mit einem Geschwindigkeitsmesser, um die Bestimmung der Anzahl der Unterbrechungen zu ermöglichen. Wie diese Unterbrecher im einzelnen mit dem Induktor geschaltet werden müssen, wird von der betreffenden Firma angegeben. Die einfachen Unterbrecher sind gleich am Induktor montiert und entsprechend geschaltet. Über das Quecksilber wird eine isolierende Schicht gegossen, um das bei der unvermeidlichen Funkenbildung im Moment der Unterbrechung eintretende Verdampfen des Quecksilbers zu vermeiden. Früher nahm man gewöhnlich zu diesem Zwecke Petroleum. Dabei tritt aber eine sehr unangenehme Emulsionierung des Quecksilbers ein, sodafs der Kontakt unvollkommen wird. Besser ist 70°/₀-Spiritus, welcher aufserdem ein viel reinlicheres Arbeiten gestattet. Für stationäre Einrichtungen ist es sehr bequem, von einer Stelle aus alle Einschaltungen vornehmen zu können. Dazu

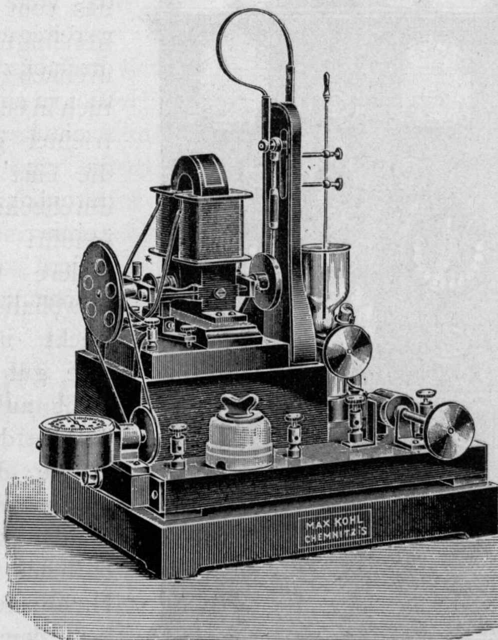


Fig. 180.

dienen Schalttafeln, wie z. B. die in Fig. 181 abgebildete von Hirschmann, die selbst eine Lampe und eine Uhr enthält. Ähnliche Einrichtungen liefert auch Kohl u. a.

Wartung des Unterbrechers.

Nach mehrmaligem Gebrauche wird das Quecksilbergefäſs gereinigt, das Quecksilber mit Wasser ausgewaschen und neu eingefüllt. Die damit verbundene Arbeit ist sehr gering und darf nicht versäumt werden. Bei Petroleum ist die Reinigung sehr viel schwieriger und geht nicht ohne Schmutzerei ab. Verfasser hat es in der Regel so gemacht, daſs das vom Petroleum oberflächlich gereinigte Quecksilber auf einem dreifach zusammengelegten Handtuch in einen entsprechenden Glastrichter gebracht und dieser in die eine Öffnung eines doppelt durchbohrten Gummistopfens eingeführt wurde. Durch die andere Öffnung wurde eine gewöhnliche kurze Glasröhre gesteckt und der Stopfen auf eine gut passende Flasche luftdicht aufgesetzt. Dann wurde durch das kurze Rohr das Innere der Flasche mit einer Luftpumpe (Ölpumpe) verbunden und langsam ausgepumpt. Die anhaftende Flüssigkeit zieht in das Handtuch ein, das Quecksilber läuft bei jedem Kolbenhub rein durch. Dabei bleibt aber immer noch ein kleiner Rest, der besonders mit Spiritus gewaschen werden muſs. Auf die gleiche Weise kann man auch das mit Spiritus übergossene Material reinigen, jedoch genügt meist schon ein einfaches Durchdrücken durch ein mitteldichtes Handtuch. Ferner achte man bei dem Rotationsunterbrecher darauf, daſs die Leitung des Stromes zum Kontaktstift durch eine feste Verbindung, eine Feder, stattfindet und nicht durch einen Reibungskontakt. Bei dem oben abgebildeten Kohlschen Unterbrecher findet beispielshalber die Zuleitung des Stromes durch die hohe Säule statt. Würde nun der Strom, wie es früher der Fall

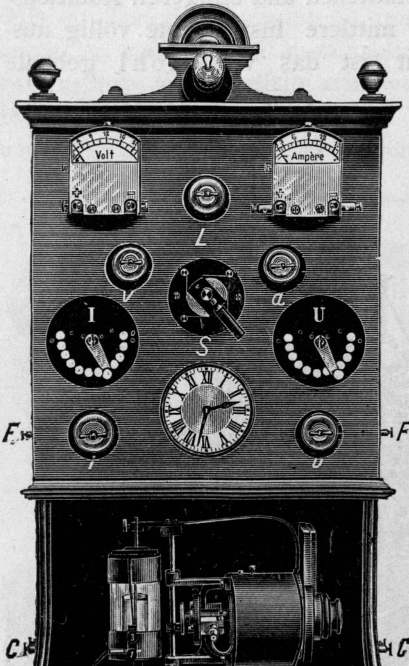


Fig. 181.

war, nur zur Säule geleitet, so mufs er seinen Weg zu dem in das Quecksilber tauchenden Stifte durch die Führungsplatte nehmen, welche in der Säule gleitet. Dieser Schleifkontakt erhält durch die notwendige Ölschicht einen grofsen Widerstand, und damit tritt ein schnelles »Verschmoren« der glatten Fläche ein, und der Unterbrecher wird unbrauchbar. Desgleichen ist für eine gründliche Schmierung aller Lager Sorge zu tragen und auf gute Beschaffenheit der Bürsten zu sehen, die den Betriebsstrom zuführen.

Den Elektromotor kann unter Umständen eine kleine Wasserturbine ersetzen, wie sie in den Laboratorien zu den verschiedensten Zwecken in Gebrauch sind. Das erste derartige Modell sah Verfasser bei Herrn Dr. Berliner von der allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin und hat sich nach eigenen Angaben einen solchen bei G. Meifsner, Berlin NW, Perlebergerstrafse 26f, bauen lassen. Leider sind die käuflichen Turbinen, trotz des Preises von 10 Mark, in der Regel erbärmlich gearbeitet, und man wird gut thun, sich eine Turbine extra von dem Mechaniker anfertigen zu lassen. Wenn in der angeschlossenen Wasserleitung genügend Druck vorhanden ist, so laufen diese Wassermotoren ebenso schnell, wie die Elektromotoren, haben aber den Vorzug, um rund hundert Mark billiger zu sein. Wassermotor.

Zur Erregung der gröfseren Induktoren ist ein Strom von 10—17 Volt Spannung und 3—20 Ampère Stärke erforderlich. Wie schon angedeutet, ist die Strommenge bei den neuen Hirschmannschen Induktoren wesentlich vermindert. Ein derartiges Instrument von 50 cm Funkenlänge erfordert 3-4 Ampère bei voller Leistung und nur 0,8 Ampère bei 30 cm Funkenlänge. Die nötige Strommenge schwankt bei den verschiedenen Apparaten je nach ihrer Herkunft und verlangter Wirkung, sodafs diesbezügliche Angaben vom Verfertiger zu verlangen sind. Dieser Strom kann entweder aus **Accumulatoren**, oder durch Anschlufs an eine Centralleitung gewonnen werden. Da eine Accumulatorzelle ca. 2 Volt Spannung besitzt und ihre Ampèrezahl abhängig ist von der Gröfse und Anzahl der vorhandenen Platten, so läfst sich gegebenen Falles leicht feststellen, wie viel Accumulatoren zum Betriebe des Induktors nötig sind. Wenn sie nicht in kurzer Zeit unbrauchbar werden sollen, so erfordern sie eine recht sorgsame Handhabung und Pflege. Es ist unter allen Umständen vorteilhaft, das Füllen mit Säure und das Laden von einer zuverlässigen Handlung besorgen zu lassen. Ist keine am Ort, so teile man das den Lieferanten mit und erbitte eine genaue

Nötige Stromstärke.

Accumulatoren.

Laden der Accumulatoren.

Anweisung dazu. Das Laden geschieht nach Einschaltung eines passenden Lampenwiderstandes durch Centralstrom. Wo eine Centralleitung vorhanden ist, wird auch ein Fachmann sein und die eigene Ladung überflüssig machen. Wenn auch ein etwas

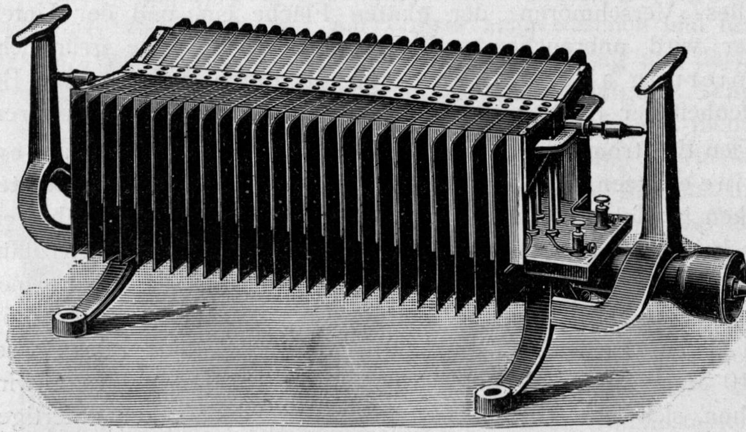


Fig. 182.

höherer Preis dafür zu zahlen ist, so hat man auch gröſsere Sicherheit, daſs die Säurekonzentration eingehalten und sonst kein Schaden angerichtet wird.

Ist keine Centralleitung am Ort, so bleibt eigentlich nur die Ladung mit einer Thermosäule. Die passendste dürfte die Gülchersche sein (Fig. 182), die aus 66 Elementen besteht und mit Gas geheizt wird. Sie liefert eine nutzbare Klemmenspannung von 2 Volt bei 3 Ampère Stromstärke. Sie verbraucht pro Stunde 170 l Gas, was bei Berliner Gaspreisen für Betriebsgas (10 Pfg. für den Kubikmeter) 1,7 Pfg. ausmacht.

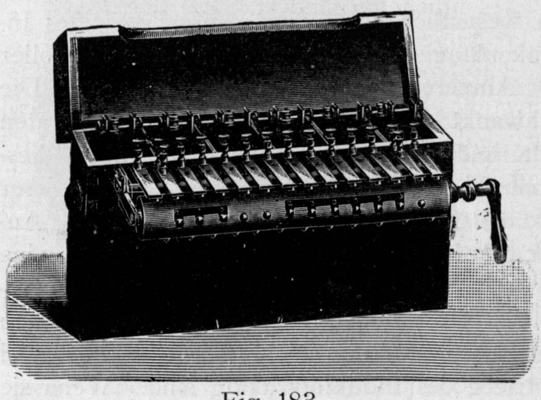


Fig. 183.

Man kann mit einer Säule (Preis 210 Mark) bis zu 12 parallel geschaltete Accumulatoren laden. Da die Accumulatoren beim Betrieb hintereinander geschaltet werden, so müssen sie eine Vorrichtung haben, welche leicht gestattet, diese beiden Schaltungen zu wechseln.

Eine solche ist das Pachytrop von Kohl. Eine mit dieser Vorrichtung ausgestattete sechszellige Batterie mit 12 Ampèrestunden Kapazität ist in Fig. 183 abgebildet. Zum Betriebe von Induktoren von 250—350 cm Funkenlänge sind ungefähr 8 Zellen nötig, welche in Kasten etwa 140 Mark kosten. Wer andauernd mit Accumulatoren arbeitet, muſs eigentlich zwei Batterieen haben, von denen eine gebraucht, eine geladen wird. Durch die Ladung mit der Thermosäule kann man die zweite sparen, da man nach Gebrauch einfach die Säule anschaltet und nun bei Tag und Nacht laden kann, weil sie keiner Wartung bedarf. Es wird so lange geladen, bis in allen Zellen gleichmäſsig eine Gasentwicklung stattfindet. Bei der ersten Ladung, oder nach längerem Nichtgebrauch, soll die Gasentwicklung etwa eine halbe Stunde dauern, sonst nicht über eine Viertelstunde, um Überladung zu vermeiden. Unter allen Umständen ist bei der Entladung zu vermeiden, daſs die Spannungsgrenze von 1,85 Volt nach unten überschritten wird, und es ist daher die Einschaltung eines Voltmeters für jeden erforderlich, der auf eine lange Brauchbarkeit seiner Batterie Wert legt. Nach erfolgter Entladung bis 1,85 Volt soll sofort neu geladen werden. Die Ladung mit der Thermosäule dauert natürlich bei dem geringen Strom, den sie liefert, viel länger als bei einer Gleichstromanlage. Das erste Mal sind ungefähr bei der oben abgebildeten Batterie drei Tage nötig, mit einem Kostenaufwand von 1,25 Mark. Späterhin ladet man nach jedesmaligem Gebrauche über Nacht. Die genaueren Anweisungen giebt die liefernde Firma. Im groſsen und ganzen ist diese Art der Ladung nur ein Notbehelf.

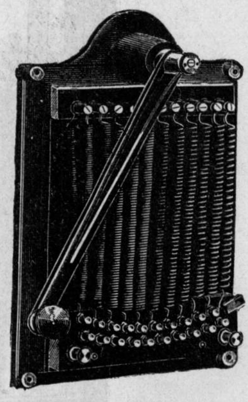


Fig. 184.

Sehr bequem ist es, wenn man seinen Betriebsstrom aus einer Centralstrom.
Centralleitung beziehen kann. Zu dem Ende hat man nötig, die Spannung des Stromes durch einen eingelegten Widerstand auf das geeignete Maſs herabzudrücken. Dazu dient zunächst ein in die Leitung eingelegter fester Widerstand und zur feineren Regulierung ein sog. Regulierwiderstand (Fig. 184). Den Anschluſs muſs man unbedingt dem Lieferanten des Stromes überlassen, weil eine Anzahl polizeilicher Verordnungen zu erfüllen sind, um nach Möglichkeit Unglücksfälle zu vermeiden. Diese Art der Stromzufuhr ist die reinlichste, einfachste und billigste. Allerdings ist sie nur bei Gleichstromleitung direkt möglich. Bei

Wechselstromanlagen müfste der Strom erst transformiert werden, wodurch die Anlage unrentabel wird.

Galvanische Batterieen.

An Orten ohne Gleichstromcentrale, und in den Fällen, wo auch der Accumulatorenbetrieb nicht möglich ist, mufs man sich mit **galvanischen Elementen** behelfen. Dies ist ein kümmerlicher Behelf, da die lediglich in Betracht kommenden Chromsäure-Tauchbatterieen in der nötigen Gröfse teuer, wenig ausdauernd und unbequem zu handhaben sind. Man braucht ungefähr zwei bis drei Elemente mehr als Accumulatoren. Die Stromstärke der Chromsäureelemente ist nicht sehr andauernd und für längeren

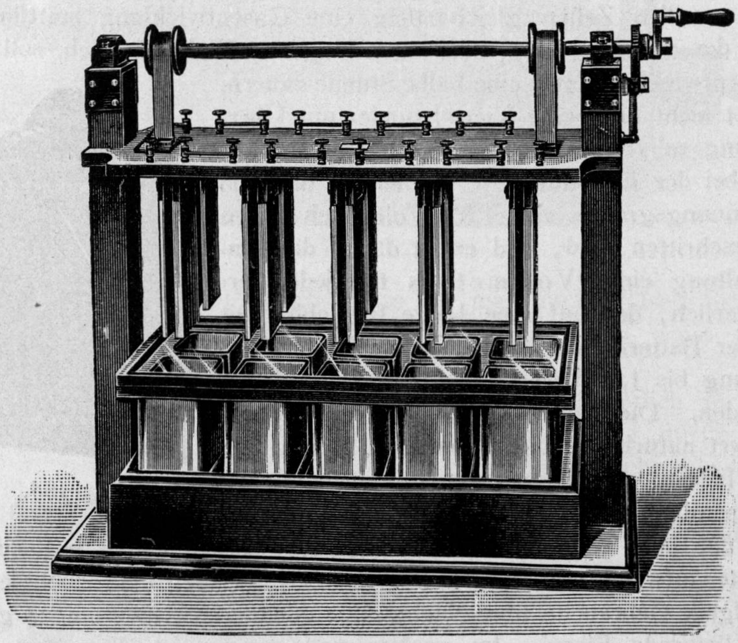


Fig. 185.

Betrieb wenig geeignet. Die Füllung mufs oft erneuert werden. Wie unbequem das ist, erhellt aus der Herstellung von einem Liter der nötigen Flüssigkeit. In einem grofsen Porzellanmörser werden 70 g doppeltchromsaures Kali mit 80 ccm Schwefelsäure von 1,836 spec. Gewicht verrieben und 900 ccm destilliertes oder zur Not auch abgekochtes Wasser hinzugesetzt. Eine zweckmäfsige, für gröfsere Induktoren geeignete Tauchbatterie zeigt die von Kohl hergestellte in Fig. 185, mit 287 qcm Plattenfläche und 2,5 l Chromsäurelösung für jedes Element. Bei der grofsen Unbequemlichkeit dieser Elemente ist es besser und billiger, sich eine recht grofse und kräftige Influenzelektrisiermaschine anzuschaffen, wie sie oben be-

schrieben ist. Ihr Betrieb mit einem Heiſsluftmotor ist selbst in dem weltverlassensten Orte ohne Gas-, Wasser- oder Elektrizitätsleitung möglich.

Hittorffsche Röhren.

Von der gröſsten Bedeutung für das Gelingen der Photographieen ist die Beschaffenheit der **Hittorffschen Röhren,** welche die X-Strahlen liefern. Im Princip ist die gegenwärtige übliche Röntgenröhre folgendermaſsen konstruiert. Eine Glaskugel wird mit zwei seitlichen Ansätzen versehen, in deren eine die Kathode, in der Form eines Hohlspiegels aus Aluminium, eingeschmolzen wird, während die Anode ihr gegenüber ihren Platz findet. Zwischen beiden, im Brennpunkte des Kathodenhohlspiegels, ist ein unter 45 Grad geneigtes Platinblech eingeschaltet, auf

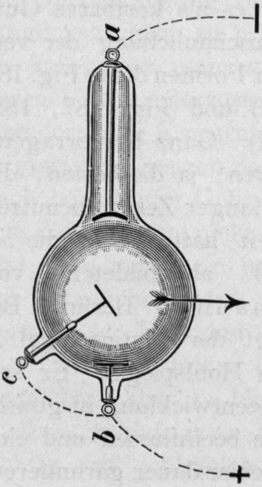


Fig. 186.

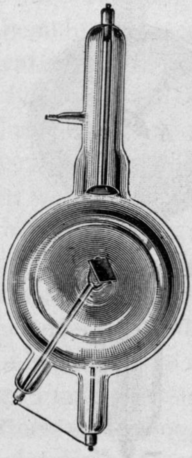

Fig. 187.


Fig. 188.

dem durch die Kathodenstrahlen die X-Strahlen erregt werden. Bei dieser Anordnung ist die »Lichtquelle« annähernd punktförmig. Die Punktförmigkeit bedingt eine gröſsere Schärfe der erzeugten Schlagschatten. Die Form der Röhre, die Lage und Form der Anode sind in mannigfachster Weise variiert worden, in dem Bestreben, Röhren zu konstruieren, die so gleichmäſsig herzustellen sind, wie etwa die photographischen Objektive. Das ist vorläufig aber noch nicht gelungen, und wie in den ersten Tagen der Röntgenstrahlen ist man aufs Versuchen angewiesen. Man unterscheide nur zwischen guten und schlechten Röhren und sehe von jeder gelehrten Deutung der Konstruktion ab. Daſs sie meist ebenso gleichgültig ist, wie manche Varianten bei der Aufnahme, kann natürlich nur der verstehen, der selber Röhren hergestellt

hat. Verfasser hat über hundert selber angefertigt und mit allen möglichen Variationen Versuche ausgeführt und weiſs ebensowenig, wie irgend ein Fabrikant, warum die eine Röhre gut wurde und die andere schlecht. Das hängt vorläufig noch vom Zufall ab. Jede Röhre ist gleichsam ein Individuum. Bei der Unsicherheit der Herstellung sind gute Röhren noch heute genau so teuer wie zur Zeit der ersten Versuche. Übersteigt der Preis 25 Mark, so kann man sicher sein, daſs man mehr bezahlt als notwendig ist, weil es in dieser Preislage Röhren verschiedensten Ursprunges giebt, die alles leisten, was möglich ist. Jeder Röhrenkauf ist bis zu einem gewissen Grade Vertrauenssache. Hat man ein gutes Exemplar erworben, hüte man es als kostbares Gut! Zur Veranschaulichung der verschiedenen Formen diene Fig. 186 (Gundlach) und Fig. 187, 188, 189 (Kohl). Ganz hervorragend gute Röhren, ja die besten, die Verf. seit langer Zeit zu benutzen Gelegenheit hatte, sind die in Fig. 190 abgebildeten von *Hirschmann* in Berlin. Bei ihnen liegt der Platinspiegel *R* auf einem Hohlspiegel. Er soll die Wärmeentwicklung in günstiger Weise beeinflussen und eine längere Lebensdauer garantieren. Ob die Theorie richtig ist, mag dahingestellt sein; sicher ist, daſs die Röhren sehr wirksam und sehr haltbar sind und das Platinblech ein so starkes Glühen verträgt, daſs man bei seinem Lichte notdürftig im dunklen Zimmer sehen kann. Auſserdem vertragen die Röhren bis zu 60 cm Funken! Man *prüft eine Röhre* am besten durch einen Durchleuchtungsversuch eines ausgewachsenen Brustkorbes. Die Wirbelsäule und die Rippen müssen auf dem Fluorescenzschirm kräftige, möglichst dunkle Schatten, das Herz einen helleren ergeben. Die Unterarmknochen sollen noch in 2 m Entfernung von der Röhre deutlich sichtbar sein. Manche Röhren durchstrahlen alles, so daſs auch die Knochenschatten hell und schwer definierbar sind. Mit ihnen ist schon bei der Durchleuchtung nichts anzufangen, bei der Photographie versagen sie ganz und gar. Man bekommt schleierige, undeutliche Platten, und viele versuchen dann

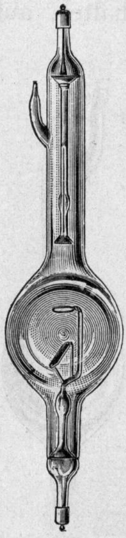


Fig. 189.

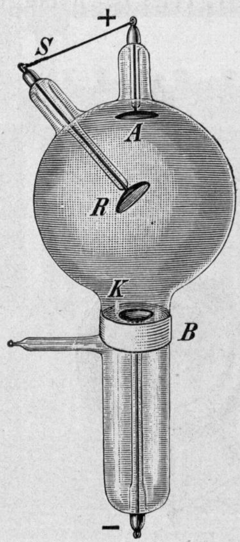


Fig. 190.

Prüfung der Röhre.

mit Verstärkungsschirmen, »Röntgenfilms«, einfach und doppelt begossenen, mit untergelegten Bleiplatten, und wer weiſs was noch alles, ein brauchbares Negativ zu erzeugen. Aber das ist ganz unnötiges Geld- und Zeitverschwenden. Die Mattscheibe des gewöhnlichen Apparates vertritt in der Radiographie der Fluorescenzschirm, und was auf ihm nicht gut und deutlich zu sehen ist, kommt auch auf der Platte nur ausnahmsweise zum Vorschein, und von der Deutelei an verunglückten Aufnahmen bis zu unsinnigen Diagnosen ist ein kleiner Schritt. In vielen Fällen, ja wohl in den meisten, kommt man mit der einfachen Durchleuchtung weiter, als mit der Aufnahme, wenn es sich um Diagnosen von Veränderungen innerer Organe am Lebenden handelt. Bei der photographischen Aufnahme hängt zu viel an der zufällig richtig getroffenen Exposition. Um die Röhren lange brauchbar zu erhalten und ihre Wirkung mehr in der Hand zu haben, ist man wiederholt bemüht gewesen, sie mit regulierbarem Vakuum herzustellen. Namentlich Siemens und Halske haben eine derartige Konstruktion ausgeführt. Das Vakuum ist in der That in gewissen Grenzen regulierbar durch Umschalten der Stromrichtung nach beigefügter Gebrauchsanweisung. Entweder arbeitet die Röhre gut, dann braucht nicht reguliert zu werden, oder sie arbeitet schlecht, und dann muſs man ununterbrochen regulieren, wodurch jeder Vorteil aufgehoben wird. Auch mit dieser Konstruktion ist das Geheimnis der Röntgenröhren noch nicht entdeckt.

Regulierbare Röhren.

Eine gute Röhre bedarf schonender Behandlung, um möglichst lange brauchbar zu bleiben. Man beginne stets mit geringen Stromstärken, so daſs etwa 10 cm lange Funken entstehen. Ist die Röhre richtig mit den Polen des Induktors verbunden, so fluoresciert die eine Hälfte grün. Ist das nicht der Fall, so wird mittelst des am Induktor oder am Unterbrecher angebrachten Stromwenders die Richtung des primären und damit des sekundären Stromes geändert. Manche Röhren zeigen zu Anfang einen geringen violett-bläulichen Kegel im Innern, der allmählich verschwindet. Ist er beträchtlich, oder nimmt er zu, so ist die Röhre unbrauchbar, wie die Kontrolle mit dem Fluorescenzschirm zeigt. Bei längerem Gebrauche vermindert sich bei guten Röhren der Luftrest im Innern, sodaſs immer stärkere Spannungen nötig werden. Gleichzeitig nimmt die Intensität der X-Strahlen zu. Bei manchen Röhren darf das Platinblech schwach glühen, bei anderen nicht. Hat das Vakuum mit der Zeit sich so gesteigert, daſs die Röhre nicht mehr leuchtet, läſst sich durch vorsichtiges Anwärmen nachhelfen. Man befestigt sie an einem Stativ, schickt einen mäſsigen Strom durch und beginnt vorsichtig mit einer Bunsen- oder Spirituslampe von der Kathode an

Behandlung der Röhren.

unter fortwährendem Bewegen den ganzen Glasmantel zu erwärmen, bis nach Entfernung der Flamme bei der gewünschten Stromstärke der richtige Effekt erzielt ist. Um bei der Benutzung der metallischen Bunsenlampe vor Schlägen sicher zu sein, fasse man sie an dem zuführenden Gummischlauche an. Gefährlich ist ein derartiger Schlag nicht, jedoch macht man leicht eine unzweckmäſsige Bewegung und kann die Röhre zerstoſsen. Mit der Zeit wird man gegen die Schläge gleichgültig. Es ist aber ganz gut, gelegentlich mit ihnen bekannt zu werden, damit man seinen Patienten etwaige unwillkommene Faradisationen fernhält. Ein Uneingeweihter erschrickt gewöhnlich heftig, und namentlich bei Kindern kann man die Freundschaft und das Vertrauen schwer gefährden. Weit unangenehmer sind aber die direkten Schläge des Induktors. Daher ist immer die Anordnung der Drähte so zu treffen, daſs niemand, auch bei geringer Vorsicht, sie berühren kann.

Erfolge in der Medizin.

Das gröſste Feld, welches sich die X-Strahlen erobert haben, ist, wie schon gesagt, die Medizin. Alle Einzelheiten können hier nicht aufgezählt werden. Am meisten leisten sie bei der Erkenntnis von den Verhältnissen des Knochensystems, sei es beim Studium der normalen oder pathologischen Entwicklung, oder bei Brüchen und partiellen Erweichungen. Ferner können Fremdkörper, wenn sie eine gröſsere Dichte besitzen, wie Metalle, Glas, Harnsäure bei Gicht, Verkalkungen der verschiedensten Art, selbst in der Bauchhöhle nachgewiesen werden. Allerdings gelingen die Durchleuchtungen der letzteren am wenigsten gut. Auch gewisse Steine in der Gallenblase, der Niere und Harnblase lassen sich darstellen. Von den Gallensteinen differenzieren sich die reinen Cholesterinsteine nicht. Weit unzuverlässiger ist die Radiographie bei der Beurteilung von Veränderungen der Weichteile und inneren Organe. Bei gewissen Röhren gelingt das eine oder andere, was mit einer anderen Röhre an demselben Individuum unmöglich ist, z. B. die Darstellung der Nieren u. a. m. Auf diesem Gebiete ist der Deutelei Thür und Thor geöffnet, und wenn irgendwo die Mahnung zur Vorsicht angebracht ist, so hier.

Schädliche Wirkungen.

Bei den Durchleuchtungen sind nun von einigen Autoren **schädliche Wirkungen** auf die Patienten beschrieben, die ohne weiteres den X-Strahlen zugeschrieben wurden. Bewiesen hat das freilich keiner, und es wird sich auch schwer beweisen lassen. Verfasser hat sie bei Tieren nur dann beobachtet, wenn die Versuchsanordnung so getroffen war, daſs die direkte Wirkung der hochgespannten Elektrizität nicht nach Möglichkeit ausgeschlossen war. Namentlich bei feuchter Luft giebt es so viel unkontrollierbare

Nebenschlüsse, dafs eine Einwirkung der langandauernden Entladungen nicht zu verwundern ist. Ganz leicht erhält man sie aber, wenn Büschelentladungen entstehen, sei es von der Röhre aus, oder von den Zuleitungsdrähten her. Mit ihnen kann man auch Bakterien töten und andere Wunder bewirken, die in der Literatur spuken. Die Büschelentladungen an den Röhren sind die in erster Linie wirksamen, weil sie in der Regel in der gröfsten Nähe des Aufnahmegegenstandes wirken. Sie treten um so leichter auf, je luftleerer die Röhre ist und mit je höheren Spannungen man arbeitet. Einigermafsen lassen sie sich vermeiden, wenn man die

Beseitigung der Oberflächenspannung.

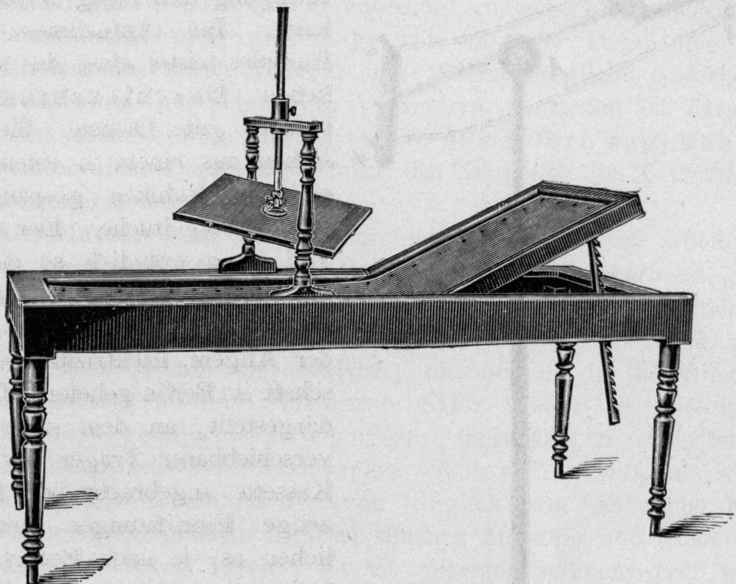


Fig. 191.

von der allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft in Berlin eingeführten Hohlcylinder aus Holz über die Röhre steckt. Wenn sie einen richtigen Feuchtigkeitsgrad besitzen, verhindern sie auch das für den Patienten lästige Überspringen von Funken von der Kathode zur Anode, was meist eine Begleiterscheinung der Büschelentladungen ist. Ebenso wirksam ist ein 1—2 cm breiter, schwach angefeuchteter Zeugstreifen in der Nähe der Kathode, vergl. Fig. 190 *B*. Helfen diese Vorkehrungen nichts, so bleibt nur die Erwärmung der Röhre übrig.

Schwarzfärbung der Röhren.

Bei angestrengtem Gebrauche färben sich die Röhren an den fluorescierenden Stellen schwarz durch verstäubtes Platin oder Kupfer, die guten relativ langsam. Hat der Belag eine gröfsere

Intensität erlangt, so leidet die Wirksamkeit der Röhre. Ist durch die Auflagerungen und das zunehmende Vakuum die Röhre unbrauchbar geworden, so muſs sie durch eine neue ersetzt werden, und nun muſs man von neuem erst sich mit der Nachfolgerin einarbeiten. Man sei dann in der Bemessung der Expositionszeit vorsichtig.

Lagerung der Person.

Die **Aufnahme** selber ist einfach. Die gröſste Sorgfalt ist auf die Lagerung der aufzunehmenden Teile zu verwenden, damit die Person während der Dauer der Exposition ohne Anstrengung sich ruhig verhalten kann. Bei Aufnahmen des Rumpfes leistet einer der käuflichen Durchleuchtungstische gute Dienste. Sie bestehen aus einem in einen geeigneten Rahmen gespannten starken Segeltuche. Der eine Teil ist gewöhnlich so eingerichtet, daſs er gehoben werden kann. In Fig. 191 ist der von der Allgem. Elektrizitätsgesellschaft in Berlin gelieferte Tisch dargestellt, an dem noch ein verschiebbarer Träger für die Kassette angebracht ist. Derartige Einrichtungen ermöglichen es, je nach Bedarf die Röhre ober- oder unterhalb des Tisches anzubringen. Um letztere bequem in alle Lagen zu bringen, bedient man sich eines Stativs, wie z. B. des von Hirschmann gefertigten in Fig. 192. Unter Umständen genügt auch ein kleineres, welches auf einen nebenstehenden Tisch gestellt wird. Für die Aufnahmen einer Hand oder eines Armes genügt sogar ein gewöhnliches Retortengestell. Bei allen diesen Vorrichtungen achte man darauf, daſs die zuleitenden Drähte so weit voneinander abstehen, daſs zwischen ihnen keine Funken überspringen. Um die Extremitäten in etwas unbequemen Lagen festzuhalten, können sie mit dünnen Binden auf die Kassette gebunden werden. Wie im einzelnen zu verfahren ist, hängt vom jeweiligen



Fig. 192.

Fall ab, und es bleibt dem Geschick des Operateurs vorbehalten, die geeignetste Lage zu ermitteln. Für die Beine empfiehlt sich ein einfaches Brett, welches schräg an einen Stuhl angelegt wird. Verkrümmte Glieder sind durch Kissen, Sandsäcke u. dergl. zu stützen. Man kann sich vielfach auch ohne kostspielige Einrichtungen behelfen, um so mehr, je geschickter man in der Wahl seiner Aushilfen ist.

Zur Aufnahme der Platten dient entweder eine der käuflichen Kassetten. **Kassetten** oder eine entsprechende leere Plattenschachtel oder endlich nur ein einfacher Umschlag aus lichtsicherem, schwarzem Papier. In diesem Falle ist es unbedingt zu empfehlen, zwischen Schichtseite und Papier eine Lage von Öl- oder Pauspapier zu bringen, um das durch Schweiſs und Wärme mögliche Ankleben des Papieres an der Schicht zu verhindern. Sorgsam ist darauf zu achten, daſs stets die *Schichtseite der Röhre zugekehrt* ist, weil bei dem Durchgange durch die Glasplatte die X-Strahlen stark absorbiert werden.

Als **Platten** sind alle hochempfindlichen schleierfrei arbeiten- Platten. den zu gebrauchen. Es werden vielfach Fabrikate angepriesen, die für die X-Strahlen besonders empfindlich sein und die Expositionsdauer stark zu vermindern gestatten sollen. Das Absonderliche an diesen Platten ist nur die Reklame, mit der sie in die Öffentlichkeit gelangen. Im günstigsten Falle leisten sie dasselbe, wie die sonst gebräuchlichen Fabrikate, meist sind sie schlechter. Wer natürlich von der Photographie weiter nichts weiſs, als was er mit gröſster Schnelligkeit davon lediglich zum Gebrauche bei der Radiographie gelernt hat, ist anderer Meinung und leicht zu unbesonnenem Urteil bereit. Es ist mitunter staunenswert, wie namentlich Mediziner nach zwei oder drei mäſsigen Röntgenstrahlenaufnahmen über alle einschlägigen Verhältnisse urteilen und herrschen. Ein gut erzogener Photograph kann die ungemein einfache Radiographie in wenigen Stunden erlernen, aber nicht ein Radiograph die Photographie. Dazu gehört längere Erfahrung, als die Anfänger in der Regel glauben. Mit gröſserem Vorteile als Glasplatten lassen sich gute **Films** verwenden, weil sie ein- Films. mal *unzerbrechlich* sind und sodann von der *Rückseite* belichtet werden dürfen. Dabei erhält man *seitenrichtige* Bilder, während bei den Glasplatten, wie eine einfache Überlegung lehrt, eine Vertauschung von rechts und links stattfindet. Die Films werden neuerdings auch *doppelt begossen*, also mit einer empfindlichen Schicht auf beiden Seiten geliefert. Das Resultat ist ein Negativ von doppelter Dichte, was von groſsem Vorteil ist



Fig. 193.

bei Aufnahmen, die in der Regel nur dünne Bilder liefern, also namentlich bei Rumpfaufnahmen und bei sehr fetten Personen.

Letztere sind für die Durchleuchtung ziemlich ungeeignet. Ferner gestatten diese Films eine Verminderung der Expositionszeiten. Orthochromatische Platten haben vor gewöhnlichen keinen wesentlichen Vorzug.

Das Streben nach Verkürzung der Expositionsdauer hat zur Verwendung von sog. **Verstärkungsschirmen** geführt, die zumeist mit wolframsaurem Calcium, welches in Acetonkollodium (Zaponlack) suspendiert ist, präpariert sind. Wenn diese Schirme eine glatte, kornlose Oberfläche haben, so sind sie recht wohl verwendbar. Eine Vergleichsaufnahme zeigt Fig. 193, die bei der Exposition zur Hälfte belegt war, während die dunklere Hälfte freiblieb. Trotz aller Feinheit des Kornes werden die Aufnahmen ohne Verstärkungsschirm viel feiner, und man soll daher nur in Notfällen die Schirme gebrauchen, wenn ein etwas gröberes Korn nichts schadet. Unbedingt erforderlich ist es, daſs die Schirme fest mit der Schichtseite der Platte in Kontakt sind, weil an den schlecht anliegenden Stellen das Bild undeutlich wird. Bei doppelt begossenen Films braucht man zwei Schirme. Es ist in diesem Falle möglich, mit einer sehr guten Röhre eine Aufnahme eines Brustkorbes beim Lebenden innerhalb der Zeit zu machen, in der er im stande ist, den Atem anzuhalten, was bei Ungeübten etwa 30 Sekunden dauert. Dadurch wird das Zwerchfell und die Rippen natürlich erheblich schärfer, als bei atmenden Personen. Es wird selbstverständlich durch den Schirm hindurch auf die unterliegende Platte exponiert. Die Verstärkungsschirme fluorescieren bläulich und können aushilfsweise auch bei der Betrachtung mit dem Auge als Fluorescenzschirm dienen, jedoch ist die Leuchtkraft erheblich schwächer als bei dem Barium-Platin-Cyanür.

Verstärkungsschirme.

Der Abstand der Röhre von dem aufzunehmenden Körperteile richtet sich nach dessen Dicke. Je erheblicher sie ist, um so weiter muſs die Röhre von der Platte entfernt bleiben, um eine genügend scharfe Schattenprojektion zu erhalten. Der geringste Abstand betrage 15 cm, um vor der direkten Wirkung der Oberflächenspannung der Röhre sicher zu sein. Die Breite der Schatten wird um so mehr der der Körper entsprechen, je weiter die Lichtquelle, der Platinspiegel der Röhre, von ihnen entfernt ist. Für eine Hand genügen 20 cm, für einen Fuſs, Arm oder Unterschenkel 25—30 cm, für den Oberschenkel 30—35 cm, für die Brust oder den Bauch 40—45 cm. Bei den dünnen Kinderknochen oder solchen, die durch Erweichungsvorgänge der verschiedensten Art durchlässiger geworden sind, vergröſsere man den Abstand. Es ist unter

Abstand der Röhre.

allen Umständen empfehlenswert, sich erst mit dem Barium-Platin-Cyanürschirm zu überzeugen, daſs in der beabsichtigten Entfernung alles Gewünschte gut zur Darstellung gelangt, da dieser Schirm, wie schon oben gesagt, die Stelle der Mattscheibe vertritt. Mit ihm ist es auch leicht zu ermitteln, welche Richtung der Durchleuchtung im gegebenen Falle die günstigste ist.

Lagebestimmung.

Handelt es sich um die *Bestimmung der Lage* gewisser Veränderungen im Organismus, so sind zwei Aufnahmen in zu einander senkrechten Richtungen nötig. Man hat auch versucht, durch Verschiebung der Röhre um rund 7 cm zwei miteinander kombinierbare Aufnahmen nach Art der *Stereoskopbilder* zu bekommen. Sollte es wirklich möglich sein, zwei den an Stereoskopbilder zu stellenden Forderungen entsprechende Bilder zu erhalten, so ist das ein ganz eminenter Zufall. Zur Betrachtung ist natürlich entweder ein für jede Plattengröſse besonders konstruiertes Stereoskop nötig, oder die beiden Bilder müssen in der Kamera auf gewöhnlichem Wege verkleinert werden. Das stereoskopische Vereinigen ist lediglich Sache des Ausprobierens und sehr mangelhaft möglich.

Stereoskopbilder.

Stellung der Röhre.

Die Röhre muſs dem Aufnahmeobjekt so gegenüber gestellt sein, daſs ihr Platinspiegel parallel zur empfindlichen Platte steht. Das erfordert in den verschiedenen Fällen eine sehr verschiedene Anordnung, die sich allgemein nicht geben läſst. Ohne eins der obenerwähnten Stative ist schwer zurecht zu kommen. *Nie versäume man den Patienten vor den Zuleitungsdrähten zu sichern.*

Zur Beachtung.

Es braucht wohl kaum erwähnt zu werden, daſs die Platten und sonstigen empfindlichen Schichten nicht in der Nähe oder gar in demselben Zimmer aufbewahrt sein dürfen, in dem man mit Röntgenstrahlen arbeitet. Desgleichen bringe man die beschickte Kassette erst dann in das Zimmer, wenn alles so weit vorbereitet ist, daſs nur noch der Induktor in Thätigkeit zu setzen ist. Andernfalls schleiern auch die besten Platten.

Ob eine Person zu entkleiden ist oder nicht, hängt vom Einzelfalle ab. Allen denen, welchen es um gelehrte Diagnosen zu thun ist, ist es dringend zu empfehlen, jedes Kleidungsstück ablegen zu lassen, weil sonst Falten oder unvermutet verborgene Dinge Veränderungen innerer Organe vortäuschen können. So war einst in einem Kurse des Verf. die ganze Versammlung seiner Laboranten einig, daſs einer ihrer Kollegen eine Spitzenerkrankung seiner Lungen habe, bis Verfasser, durch die Form und Lage des Schattens veranlaſst, ein Monokel in der Brusttasche des zum Schwindsüchtigen

gestempelten Opfers als den Erreger der Phthise ermittelte. Wem also eine groſse Erfahrung nicht zu Gebote steht, sei vorsichtig! Verfasser war als pathologischer Anatom häufig in der Lage, an Leichen die Verwendbarkeit der Durchleuchtung für die Diagnostik innerer Erkrankungen zu untersuchen und durch die unmittelbar folgende Sektion die Probe zu machen. Auf Grund dieser Versuche ist er ein groſser Skeptiker geworden. Nur mit der Durchleuchtung derartige Diagnosen zu stellen, hält er überhaupt nicht für möglich und kann ihnen nur als ein unterstützendes Moment in der klinischen Untersuchung einen beschränkten Wert beimessen. Vielleicht bringt uns die Zukunft, von der wir ja noch manches erhoffen, auch darin weiter.

Über die **Dauer der Exposition** Angaben zu machen ist eigentlich nicht möglich, da zu viele Momente in Betracht kommen. Bei einem Funkeninduktor mit 25 cm Schlagweite, tadelloser Röhre und gewöhnlichen Platten erfordert bei schnellen Unterbrechungen eine Hand in der oben angegebenen Entfernung etwa $^1/_2$—1 Minute Exposition, ein Unterarm 2—5 Minuten, ein Oberschenkel eines Erwachsenen 5—15 Minuten, ein Brustkorb 10—20, ein Becken bei nicht allzu fetten Personen 20—30 Minuten. Verstärkungsschirme gestatten eine Verkürzung dieser Zeiten um ein Drittel bis ein Halb. Es bleibt hier nur derselbe Weg, wie in der Photographie auch sonst, durch Versuche die nötige Erfahrung und Schätzungssicherheit zu erwerben. Fette Menschen erfordern eine erheblich längere Exposition, ohne daſs die Bilder so gut werden wie bei mageren. Expositionsdauer.

Die weitere Behandlung der Platten ist ganz die gleiche, wie bei der gewöhnlichen Photographie. Ein sehr bequemer Entwickler ist Rodinal. In der Regel dauert die Entwicklung der mit X-Strahlen bestrahlten Platten erheblich länger als beim gewöhnlichen Verfahren. Auch die allgemeine Deckung der Platte ist ein stärkere als sonst, und wer bei einem Schleier, wie er ihn aus seiner gewöhnlichen Praxis gewohnt ist, mit der Entwicklung abbricht, wird wenig Detail erhalten. Der Kontrastreichtum der Platte hängt lediglich von der Beschaffenheit der Röhre ab. Die mit Verstärkungsschirmen exponierten Platten haben naturgemäſs noch mehr Schleier als die ohne sie belichteten. Besondere Schwierigkeiten bereitet nur die Entwicklung der doppelt begossenen Films, weil es schwierig ist, beide Seiten in gleicher Weise mit dem Entwickler in Berührung zu bringen. Vor längerer Zeit wurden für die Plattenentwicklung besonders konstruierte Klammern empfohlen, welche an zwei Seiten festgeklemmt wurden. Die Ver- Fertigmachen der Platten.

bindungsfeder der beiden Branchen diente als Handgriff. Ähnliche Halter kommen auch bei den Films zur Verwendung, weil sie notwendigerweise die Rückseite von dem Boden der Schale trennen. Man weiche den Film kurz in reinem Wasser durch Schwimmenlassen ein, wenn keine derartigen Klammern zu Gebote stehen, und entwickle dann in sehr reichlich bemessener Entwicklerlösung, wende den Film oft vorsichtig um und trage namentlich dafür Sorge, daſs er nie am Boden der Schale haftet. Das thut er sicher, wenn man erst den Film hineinlegt und dann den Entwickler übergieſst. Das Fixieren, Waschen und das oft wünschenswerte Verstärken ist in nichts von dem sonst üblichen abweichend, ebensowenig wie das Anfertigen von Kopieen und deren Fertigstellung.

Noch genauer hier auf Einzelheiten einzugehen, ist hier nicht der Ort. Wer sich für Specialzwecke interessiert, muſs sich mit der Litteratur beschäftigen und das für seine Zwecke Passende aus der Unsumme von unnützem Ballast heraussuchen. Hier handelt es sich nur darum, die allgemeinen Grundlagen zu geben, und dazu dürfte das Vorstehende genügen.

KAPITEL IX.

DIE PHOTOGRAPHIE IN NATÜRLICHEN FARBEN UND DIE WICHTIGSTEN REPRODUKTIONSVERFAHREN.

Solange es eine Photographie giebt, solange sind auch die verschiedensten Forscher bemüht gewesen, Methoden aufzufinden, mit deren Hilfe es möglich ist, den Bildern den Zauber der Farbe zu verleihen. Aber so viel auch versucht wurde, so oft es auch den Anschein hatte, dem Ziel nahe zu sein, giebt es doch zur Zeit noch kein Verfahren, welches als sichere und allgemein brauchbare Methode gelten könnte. Aus diesem Grunde müſste eigentlich dem bisher fest gehaltenen Prinzipe gemäſs, nur erprobte und von jedermann leicht auszuübende Methoden zu geben, die ganze Farbenphotographie hier übergangen werden. Wenn wir im Schluſskapitel diesem Grundsatze untreu werden, so geschieht es, um dem Anfänger wenigstens einen der Wege zu zeigen, auf dem die Weiterentwicklung der Photographie erwünscht ist, daſs aber zur selbständigen Arbeit auf diesen Gebieten weit mehr Kenntnisse und Arbeit nötig sind, als sich mancher Amateur auch nur träumen läſst. Daraus mag er sich die Aufmunterung herleiten, nach Erwerbung der nötigsten Grundlagen, wie sie in vorstehenden Kapiteln in den Hauptzügen gegeben sind, seine Kenntnisse durch das Studium gröſserer Werke, durch eigenes Experimentieren unaufhörlich zu vertiefen und nicht zu glauben, daſs er etwas Besonderes leiste, wenn er auf geebneten Pfaden sicher gehen kann. Wenn sich Verfasser nach langem Widerstreben auf Wunsch des Herrn Ver-

legers endlich gegen seine innerste Überzeugung dazu entschlossen hat, im Titel von einer »wissenschaftlichen« Photographie zu reden, so geschah es aus dem Wunsche heraus, sein Scherflein dazu beizutragen, auch bei photographischen Arbeiten die allgemeine wissenschaftliche Methode zur Geltung zu bringen, die sich nicht damit begnügt, nur nach hergebrachten Handwerksgebrauch und -Gewohnheit zu arbeiten, sondern fordert, daſs der Schüler nach genügender Vorbildung selbständig studiert, denkt und arbeitet, Auge und Ohr offenhält für die kleinsten Fortschritte, nie rastet, sondern unabläſsig weiter strebt.

Ohne nun irgendwie auf die geschichtliche Entwicklung der Farbenphotographie einzugehen und den gerade auf diesem Gebiete bis zum Überdrusse sich abspielenden Prioritätsstreitigkeiten Raum zu geben, wollen wir nur den gegenwärtigen Stand der Dinge betrachten. Es sind zwei Wege, auf denen die Forscher die Wiedergabe der Farben erstreben. Der eine ist ganz direkt. Genau wie bei der gewöhnlichen Photographie soll eine einzige Aufnahme gleich in den natürlichen Farben erscheinen. Der andere ist indirekt, indem das endgiltige Resultat durch das Zusammenwirken mehrerer Grundfarben erreicht wird.

Lippmanns Methode.

Auf dem direkten Wege sind schon manche Versuche gemacht; die ersten, welche ein fixierbares, dauerndes Bild ergaben, waren die von Lippmann nach dem Interferenzverfahren unternommenen, welches seinen ersten Grund in der Zenkerschen Theorie hat. Genauer auf sie einzugehen und ihre Richtigkeit zu prüfen ist hier nicht der Ort. Eine ausführliche Darstellung findet sich in Valenta, Die Photographie in natürlichen Farben, bei Knapp in Halle. Hier sei nur daran erinnert, daſs bei der Reflexion einer Lichtwelle in sich selbst stehende Wellen sich bilden, deren Knotenpunkte in der Ruhelage verharren, während die Mitten zwischen ihnen, also die tiefsten Stellen der Wellenthäler und die höchsten der Wellenberge, eine Vergröſserung ihrer Schwingungsamplitude erfahren. Findet diese Reflexion in einer photographischen Schicht statt, so kann an den Ruhepunkten der Wellen keine Zersetzung eintreten, wohl aber an den zwischenliegenden Stellen, und zwar am stärksten in den Mitten zwischen den Knotenpunkten. Dadurch entstehen abwechselnd Maxima und Minima übereinander in der Schicht. Wird eine derartig belichtete Schicht entwickelt, so erfolgt eine Reduktion der Silberteilchen nur an den Stellen der Maxima, und man erhält in Abständen von einer halben Wellenlänge übereinander gelagerte Schichten, welche ihrerseits wieder im stande sind, auffallendes weiſses Licht zu reflek-

tieren und zur Interferenz zu bringen, so daſs das reflektierte Licht dieselbe Farbe zeigt, wie das ursprünglich die Lamellen erzeugende farbige. Die Strahlen anderer Wellenlängen treffen sich bei der Reflexion mit Gangunterschieden, die bei der Interferenz keine Verstärkung, sondern eine Schwächung erzeugen, und so teilweise oder bei genügender Anzahl der Lamellen sich ganz auslöschen. Da nun die Wellenlängen sehr klein sind, so ist das Silberkorn der gewöhnlichen Platten viel zu grob, um geeignete Lamellen liefern zu können. Die für die Erzeugung der Interferenzfarben nötigen Platten müssen daher besonders hergestellt werden. Aber selbst das feinste Korn erscheint noch so groſs, daſs die Lamellen nicht nur ein Korn enthalten können, sondern wahrscheinlich ein Korn sich in mehrere Lamellen spaltet. Die Reflexion des auffallenden Lichtes wird nach Lippmanns Vorgang dadurch erzeugt, daſs die Schichtseite der Platte auf metallisches Quecksilber aufgelegt wird. Die ganze Methode hat bedeutende Schwierigkeiten und ist bisher nur von sehr wenigen mit Erfolg ausgeübt worden. In allerneuester Zeit hat Dr. Neuhauſs in der Photographischen Rundschau eine Anzahl von Artikeln über seine Versuche veröffentlicht, die so sehr den Stempel exakter wissenschaftlicher Methodik tragen, daſs sie zur Grundlage der folgenden kurzen Beschreibung dienen sollen, obgleich Verfasser leider noch keine Zeit finden konnte, sie nachzumachen. Diese Artikel finden sich im 9. Jahrgange der genannten Zeitschrift, 1897, Heft 11 und 12 und im Heft 1 des 10. Jahrganges. Sie seien jedem zur Lektüre empfohlen, der sich mit dieser Methode befassen will, nicht nur, weil sie eine ausführliche Anleitung geben, sondern weil sie auch zeigen, wie ein Amateur arbeiten muſs, wenn er sich »wissenschaftlicher« Photograph nennen will.

Die Herstellung der Platten geschieht für Spektralaufnahmen auf folgende Weise: Das Eiweiſs von drei Hühnereiern wird unter Schonung der Dotterkugel abgefüllt, mit 2 ccm 10 % Bromkalilösung und 2 ccm Ammoniak von 0,96 spez. Gewicht versetzt. Diese Mischung wird mit einem neuen, reinen Holzquirl so lange gequirlt, bis beim Umkehren des Gefäſses kein Tropfen flüssigen Eiweiſses mehr abläuft. Nun läſst man den Schaum stehen, wobei sich das Eiweiſs als leicht trübe, gelbliche Flüssigkeit absetzt. Danach wird es filtriert. Verfasser benutzt dazu nicht die von Neuhauſs beschriebenen, umständlich herzustellenden Gefäſse, sondern Cylinder von Gaslampen oder kleinere cylindrische oder konische Glasröhren. Sie werden an einem Ende mit einer doppelten Lage feiner, reiner Leinewand zugebunden. Das andere Ende

Eiweiſsplatten.

schließt man mit einem einmal durchbohrten Gummistopfen, der luftdicht aufpassen muß, führt ein geeignetes, kurzes Glasrohr durch die Öffnung der Stopfens und verbindet dies mit einem Gummigebläse, einer Radfahrerluftpumpe oder dergl. Würde man ohne Luftdruck filtrieren, so dauert der Prozeß unendlich lange und findet auch nur sehr unvollkommen statt. Statt mit erhöhtem Drucke, kann man auch so filtrieren, wie es beim Quecksilber im vorigen Kapitel beschrieben ist. Am besten läßt man das Filtrat nun einige Wochen stehen, wobei es vollständig klar und gelb wird. Findet keine Klärung statt, so taugt das Eiweiß nichts und wird fortgegossen. Man kann es aber auch frisch benutzen, da die geringfügige Trübung erwiesenermaßen nichts schadet. Da aber manches Eiweiß zu dem vorliegenden Zwecke nichts taugt, macht man in diesem Falle zunächst eine Probeplatte, um sich unnütze Arbeit zu sparen.

Plattenputzen.

Ehe die Platten gegossen werden, müssen sie auf das sorgfältigste gereinigt sein. Man benutze dünne, völlig schlieren- und blasenfreie Platten von möglichst weißer, d. h. richtiger gar keiner Farbe. Nachdem sie mit warmem Wasser sorgfältig gereinigt sind, kommen sie für einen Tag in 50 % gewöhnliche Salpetersäure, die am besten in Glasgefäßen angesetzt wird. Nach dem Abhebern wird wiederholt mit Wasser nachgewaschen und jede Platte einzeln nochmals abgespült, sauber abgetrocknet und vor Staub geschützt aufbewahrt. Vor dem Gusse putzt man die Scheiben nochmals mit Alkohol und reibt sie mit frischgewaschener, nicht fasernder Leinwand völlig blank. Bei der letzten Prozedur werden frischgewaschene Handschuhe angezogen, um Platte und Putzlappen vor dem Fett und Schweiß der Hand zu sichern.

Gießen der Platten.

Auf die so vorbereitete Platte gießt man etwa 2 ccm des gewonnenen Eiweißes, verteilt es durch allseitiges Neigen der Scheibe gleichmäßig und läßt bei senkrechter Stellung über eine Ecke abfließen, was abfließen will. Den Überschuß kann man sammeln und nach erneutem Filtrieren nochmals benutzen. Läuft nichts mehr ab, so wird die Platte umgekehrt, damit sich das Eiweiß, welches sich an den tiefliegenden Stellen naturgemäß am meisten ansammelt, wieder nach der Mitte verteilen kann. Zur gleichmäßigen Verteilung wird die Platte auf eine einfache Centrifuge horizontal aufgelegt und einigemal ziemlich langsam umgedreht. Auf keinen Fall darf so schnell gedreht werden, daß ein Wegfliegen des Eiweißes stattfindet. Unter Umständen kann das früher allgemein in stärkerem Maße übliche Centrifugieren überhaupt unterbleiben, weil dadurch sehr leicht ungleichmäßige Schichtdicken ent-

stehen, die der richtigen Farbenwiedergabe hinderlich sind. Zu dicke Schichten neigen zum Abblättern oder bekommen feine Risse. Auf diese Weise lassen sich nach Neuhauſs mit der angegebenen Eiweiſsmenge etwa 30 Platten im Formate 9:12 gieſsen. Die fertigen Platten läſst man vor Staub sorgfältig geschützt auf einer horizontalen Platte trocknen. Sie sind unbegrenzt lange haltbar und zweckmäſsigerweise stets vorrätig zu halten. Um die Schicht recht fest mit dem Glase in Verbindung zu bringen, ist es vorteilhaft, die getrockneten Platten über dem Cylinder einer brennenden Petroleumlampe ganz gleichmäſsig so weit zu erhitzen, daſs die zufühlende Hand am Daumenballen die Wärme gerade noch ertragen kann.

Um die albuminierten Platten lichtempfindlich zu machen, kommen sie für zwei Minuten in folgendes Silberbad: Silbern.

Destilliertes Wasser	100 ccm
Silbernitrat, kristallisiert	10 g
Eisessig	10 ccm.

Nach erfolgter Sensibilisierung, die bei einer guten, hellen roten Beleuchtung vorgenommen wird, wäscht man natürlich im Dunkeln 10 Minuten in flieſsendem, oder 20 Minuten in öfter gewechseltem Wasser aus und bringt danach die Platten in ein Farbbad, welches dazu bestimmt ist, ihnen genügende Empfindlichkeit für die wenig brechbaren Strahlen zu geben. Zur Sensibilisierung für Rot und Orange wird während 3 Minuten gebadet in: Farbbad.

Wasser	200 ccm
Cyanin 0,1 : 50 Alkohol	1 -

für Gelbgrün und Grün in:

Wasser	200 ccm
Erythrosin 0,1 : 50 Alkohol	1 -

ebenfalls 3 Minuten lang. Danach wird die auf den Platten stehende Flüssigkeit k r ä f t i g a b g e s c h l e u d e r t, am besten durch kräftiges Centrifugieren, damit durch das Antrocknen der anhaftenden Tropfen keine Flecke entstehen und danach i m D u n k e l n getrocknet. Hintereinander sollen nicht mehr als sechs Platten in den Farbbädern behandelt werden. Alsdann bereite man neue Lösungen. Die alkoholische Erythrosinlösung hält sich i m D u n k e l n lange, während die Cyaninlösung aus f r i s c h e m Farbstoff immer möglichst f r i s c h herzustellen ist. Sind die Platten im Dunkeln getrocknet, so halten sie sich etwa 10 Tage.

Mit diesen Platten ist die Herstellung von Spektren nach Neuhauſs »kinderleicht«. Für die ersten Versuche braucht man keinen besonderen Spektrographen, sondern kommt mit dem Taschenspektroskop aus. Es wird mittels eines passenden, durchbohrten

Korken in einem Objektivring an die Kamera angepaſst und so lange verstellt, bis die Frauenhoferschen Linien möglichst scharf erscheinen. Ganz scharf können sie nicht sein. Dazu wäre ein groſser und sehr teuerer Spektrograph erforderlich. Wer ein Mikrospektroskop besitzt, wie es in Kapitel VI beschrieben ist, kann dies verwenden in der obenbeschriebenen Weise.

Kassette. Um nun die Schichtseite der Platte mit einem Quecksilberspiegel zu versehen, ist eine besondere Kassette nötig. Auf die Schicht der Platte wird ein 3—4 mm dicker Rahmen aus weichem Gummi aufgelegt, darauf eine reine Glasplatte, sodaſs eine der bei der Mikrophotographie besprochenen Lichtfiltercuvetten entsprechende Vorrichtung entsteht. Der Einguſs des Quecksilbers in die Cuvette muſs, wie Neuhauſs durch mühselige Versuche gefunden hat, nicht wie bisher üblich von der Rückseite erfolgen, sondern von unten, weil andernfalls durch das in unregelmäſsiger Weise auf der Schicht auftreffende und verlaufende Quecksilber schlierenartige Zeichnungen auftreten. Das Quecksilber soll absolut rein und ohne Oxydschicht sein und ist deshalb bei jedesmaligem Einfüllen zu filtrieren. Da es nicht freiwillig durch ein Filter läuft, gebraucht man entweder die für die Filtration des Eiweiſses beschriebene Vorrichtung für positiven Druck, oder die bei der Reinigung des Quecksilbers für den Quecksilberunterbrecher besprochene (Seite 358) mit negativem Drucke. Da die Oxydation an der Oberfläche des Metalls sehr schnell eintritt, gieſst man auch nicht in gewöhnlicher Weise aus der Flasche, sondern aus einer am Boden mit einem Ausfluſs versehenen und bemiſst das Gesamtquantum so reichlich, daſs es nie aufgebraucht wird, sondern die obersten Schichten stets in der Flasche zurückbleiben. Die Kassette muſs zum Entweichen der Luft auch eine Öffnung an dem oberen Rande des Gummirahmens haben. Das Füllen der Kassettencuvette erfolgt so, daſs die Ausfluſsöffnung am Boden der Quecksilberflasche durch einen möglichst kurzen Gummischlauch mit der unteren im Gummirahmen eingepaſsten Ansatzröhre verbunden, die obere geöffnet wird und nun durch Heben der Flasche ein schnelles und absolut gleichmäſsiges Aufsteigen des Quecksilbers erfolgt. Jedes Zögern giebt zur Strichbildung Veranlassung. Dann werden beide Öffnungen geschlossen, und die Aufnahme kann vor sich gehen. Diese ganze Füllung geschieht bei rotem Lichte. Diese Quecksilbercuvette muſs in eine entsprechende Kassette eingepaſst werden, was man am besten von einem tüchtigen Tischler besorgen läſst. Quecksilbergefäſse und Zufluſsschlauch sind jedesmal zur Entfernung von Oxyd mit Alkohol zu putzen und auszuspülen.

Die zur Einstellung dienende Visierscheibe muſs natürlich dieselbe Lage haben, wie später die Platte, die entgegen aller sonstigen Gewohnheiten durch das Glas hindurch belichtet wird. Am einfachsten nimmt man daher zur genauen Einstellung keine Mattscheibe, sondern wie in der Mikrophotographie eine durchsichtige, die auf der Rückseite einige Strichmarken erhält, auf welche die Einstelllupe focussiert wird, oder man legt die Mattscheibe, die annähernd die Plattendicke haben soll, verkehrt, mit der Mattschicht nach hinten, ein. Einstellung

Da die Platten sehr unempfindlich sind, etwa nur 1/10000 der gewöhnlichen Bromsilbergelatine-Trockenplatten, so ist die Exposition eine sehr lange. Sonnenspektren kann man, wenn man die Strahlen durch eine Sammellinse auf den weitgeöffneten Spalt konzentriert, schon in einer halben bis einer Minute erreichen. Es ist notwendig, sich erst durch eine gröſsere Anzahl von Versuchen von der Richtigkeit und Dauer der Expositionen zu überzeugen. Bei falscher Exposition entstehen auch falsche Farben.

Vor der Entwicklung wird mit einem weichen Lederlappen das anhaftende Quecksilber sehr sorgfältig abgerieben.

Die Entwicklung geschieht am besten mit folgendem Entwickler: Entwicklung.

1.	Alkohol	100 ccm
	Pyrogallol	10 g
2.	Wasser	60 ccm
	Kohlensaures Ammoniak	10 g
3.	Wasser	10 ccm
	Bromkali	1 g.

Lösung 2 ist immer frisch zu bereiten. Zum Entwickeln werden gemischt:

Lösung 1	7,5 ccm
Lösung 2	20 -
Lösung 3	6—8 Tropfen
Wasser	30 ccm.

Die Entwicklung dauert 15—20 Minuten. Dabei wird das Eiweiſs durch den alkalischen Entwickler ziemlich stark angegriffen und löst sich nicht selten ab, insbesondere bei solchen Platten, die schon beim Wässern nach dem Silbern Neigung dazu zeigen. Man schlieſst daher derartige, häufig nicht sorgfältig genug geputzte Platten von der Weiterbehandlung aus. Auſser dem angeführten Entwickler kann man auch alle anderen benutzen, jedoch ergeben sie weniger leuchtende Farben.

Nach dem Entwickeln wird kurz abgespült, im sauern Fixierbad nicht länger als eben nötig ist fixiert und dann gründlich in fliesendem Wasser gewaschen. Nach dem Waschen wird in Alkohol, wie Seite 186 beschrieben, entwässert und schnell getrocknet. Bleiben dabei Tropfen auf der Schicht stehen, so geben sie zur Bildung von Flecken oder unschönen Farbrändern Veranlassung. Daher empfiehlt sich auch hier das Centrifugieren.

Die Betrachtung der fertigen Platten geschieht unter denselben Umständen, wie man jedes Negativ als Positiv sehen kann, indem man in einem gewissen Winkel schräg auf die Platte sieht. Sie lassen sich auch mit den in Kap. VI, Seite 257 beschriebenen Vorrichtungen projizieren, wobei die Farben sehr schön hervortreten.

Misch-farben.

Leider sind einstweilen die Eiweifsplatten noch nicht zur Herstellung von Aufnahmen beliebig gefärbter Gegenstände zu benutzen. Bei ihnen liegen ja, wie in Kap. I schon kurz auseinander gesetzt ist, die Verhältnisse viel komplizierter, weil ihre Farben keine reinen Spektralfarben sind, sondern durch das Zusammenwirken mehrerer bedingte Mischfarben. Das Gelingen einer Mischfarbenaufnahme ist einstweilen noch immer ein mehr oder weniger grofser Glücksumstand. Zur Herstellung der Platten mufs man Gelatine-Emulsionen herstellen. Hierbei hat sich herausgestellt, dafs die meisten Gelatinesorten des Handels einfach unbrauchbar sind. Neuhaufs hatte vor Jahren zu Beginn seiner Arbeiten eine ganze Anzahl guter Farbenaufnahmen zu stande gebracht, während späterhin nichts mehr gelingen wollte. Schliefslich fand er bei Lautenschläger in Berlin eine Gelatine unbekannten Ursprungs, die wieder gute Aufnahmen ergab. Die Emulsion aus dieser Gelatine bereite man folgendermafsen:

Gelatine-platten.

Lösung 1:	Gelatine	2,5 g
	destill. Wasser	70 ccm
Lösung 2:	Silbernitrat	1,5 g
	destill. Wasser	5 ccm
Lösung 3:	Gelatine	5 g
	destill. Wasser	75 ccm
	Bromkali	1,5 g.

Nachdem die Gelatine in kaltem Wasser aufgequollen ist, was ungefähr 10—20 Minuten beansprucht, erwärmt man die Lösung 1 und 3 bis zum völligen Schmelzen der Gelatine und läfst 3 bis auf 35 Grad C., 1 aber nur bis auf 37 Grad abkühlen. Dann giefst man Lösung 2 in 1, rührt nun gut um und giebt nun sofort in der Dunkelkammer Lösung 1 und 2 tropfenweise in Lösung 3.

Letztere ist fortwährend umzurühren. Sobald die Mischung beendigt ist, fügt man die Farblösung hinzu, und zwar von der oben angegebenen Erythrosinlösung 1 ccm, von der frischen Cyaninlösung 2 ccm. Nach tüchtigem Umrühren ist die Emulsion fertig. Sie soll klar und durchsichtig sein. Sie wird mit Hilfe negativen oder positiven Druckes, wie schon beschrieben, in eine Flasche mit Bodenabfluſs filtriert. Nun wird unmittelbar der Guſs der Platten angeschlossen, damit die Emulsion keine Zeit hat zu reifen. Dadurch wird sie zwar empfindlicher, aber auch grobkörniger und zu Farbenaufnahmen ungeeignet. Die sorgfältig gereinigten Platten werden etwas über der Dunkelkammerlampe, die der geringen Empfindlichkeit der Emulsion wegen sehr hell brennen darf, angewärmt. In die Ausfluſsöffnung der Flasche kommt eine Glasröhre, an diese ein kurzer Gummischlauch, der mit einem Quetschhahn geschlossen wird. Nun läſst man auf jede Platte so viel Emulsion laufen, daſs sie sich ohne Schwierigkeit auf der ganzen Fläche verteilt, stellt sie senkrecht und läſst abflieſsen, was freiwillig abflieſsen will und bringt sie dann auf eine horizontale, kalte Platte, damit die Gelatine schnell erstarrt. Das Centrifugieren ist stets schädlich. Ist die Schicht erstarrt, so wird sie unter einem starken Wasserstrahl so lange abgespült, bis keine Luftbläschen mehr anhaften und dann für eine Viertelstunde in flieſsendem oder mehrmals gewechseltem Wasser ausgewaschen. Endlich werden sie auf der Centrifuge von anhaftendem Wasser befreit und im Dunkeln getrocknet. Die abflieſsende Emulsion benutzt man am besten nicht wieder, weil sie zu allerlei Fehlern Veranlassung giebt. Aus dem angegebenen Quantum lassen sich 8—10 Platten gieſsen. Hat man groſse Übung, so kann man durch Benutzung der Rückstände bis auf die doppelte Anzahl kommen. Die Empfindlichkeit ist kaum höher als bei den Eiweiſsplatten, demgemäſs die Exposition ziemlich lang. Die Entwicklung nach Abreiben des anhaftenden Quecksilbers geschieht mit

Lösung 1:	Wasser	100 ccm
	Pyrogallol	1 g
Lösung 2:	Wasser	100 ccm
	Bromkali	10 g
Lösung 3:	Ammoniak.	

Es werden gemischt:

Lösung 1	5 ccm
Lösung 2	7,5 ccm
Lösung 3	4—5 Tropfen.

Die Nachbehandlung ist die gleiche wie bei den Eiweifsplatten. Die Gelatineplatten sind sehr empfindlich für Feuchtigkeit und ziehen aus der Luft Wasser an. Dadurch tritt eine Veränderung der Farben ein. Ebenso wirkt Erwärmung, wie z. B. beim Projizieren, und noch viele andere Umstände.

Der Anfänger wird zugeben, dafs das ganze Verfahren viel Arbeit, Geschick und Ausdauer erfordert. Aber es giebt ihm ein gutes Bild dessen, was photographisch arbeiten heifst. Ob die Zukunft die Methoden so vervollkommnen wird, dafs sie in die tägliche Praxis aufgenommen werden können, ist abzuwarten. Sicher ist, dafs die Interferenzmethode das Ideal der Farbenphotographie nicht darstellt, weil die Platten nicht vervielfältigt werden können, nur bei ganz bestimmter Betrachtungsweise die Farben zeigen und sie auch nicht ganz natürlich wiedergeben. Die anderen Versuche, direkte Farbenbilder herzustellen, sind so unvollkommen, dafs sie übergangen werden können.

Noch kritischer sind zum Teil die bisher vorgeschlagenen Methoden der indirekten Farbenphotographie, weil sie noch weniger von jedermann in einfacher und sicherer Weise ausführbar sind. Sie laufen darauf hinaus, die Mischfarben durch das Übereinanderlegen mindestens dreier Farben zu erzeugen. Das Prinzip ist ähnlich der Young-Helmholtzschen Farbentheorie und schon 1865 zuerst aufgetaucht. Aber erst durch die Arbeiten H. W. Vogels wurde die Grundlage für die wirkliche Ausführbarkeit gegeben. Das Resultat seiner und anderer Versuche ist der Dreifarbendruck.

Dreifarbendruck. Beim **Dreifarbendruck** hat man es zu thun mit Körperfarben, über deren Entstehung in Kapitel I nachzulesen ist. Es entsenden z. B. die grünen Farben nicht nur grüne Lichtstrahlen, sondern alle möglichen aufser Rot. Die orangegelben enthalten kein Blau und die blauen kein Orange. Es sind also die Körperfarben entstanden durch Subtraktion gewisser Lichtarten vom weifsen Lichte. Wählt man nun die drei Farben Rot, Grün und Blau so, dafs jede ungefähr $^1/_3$ der farbigen Lichtstrahlen absorbiert, so absorbieren alle drei übereinandergelegt alles Licht und ergeben Schwarz. Dies ist der wichtige und prinzipielle Unterschied gegen Spektralfarben, die bekanntlich zusammengelegt Weifs ergeben. Um die drei Druckplatten zu erhalten, müssen drei Aufnahmen gemacht werden, eine für Rotorange, eine für Gelbgrün und eine für Blauviolett. Dabei mufs wegen der Empfindlichkeit des Bromsilbers durch geeignete Filter seine Farbenempfindlichkeit für Blau gedämpft werden und ebenso bei allen anderen Farben, weil die zu Gebote

stehenden Sensibilisatoren und nachherigen Druckfarben nicht den theoretischen Anforderungen genügen. Nun fragt sich, mit welchen Farben gedruckt werden muſs. Kann man die Rotplatte mit Rot drucken und die anderen entsprechend? Ein Beispiel möge das zeigen. Angenommen es gilt ein rotes Objekt, z. B. eine Rose, auf schwarzem Grunde aufzunehmen. Die Rotplatte ergiebt ein Negativ, auf dem die Rose schwarz ist, der Grund hell, die Gelb- und Blauplatte müssen entweder ganz klar bleiben oder nur leichte Schwärzungen zeigen, je nach Art der ursprünglichen Farbe. Wollen wir nun die drei Platten vervielfältigen, so könnten wir z. B. die unten erläuterte Autotypie benutzen. Die drei Zinkplatten sind dann folgendermaſsen beschaffen: Rotplatte, vertiefte Rose, hoher Grund, Gelb- und Blauplatte vollständig erhöht, wenn wir der Einfachheit halber von den Nüancen des Rot absehen. Die hohen Stellen werden gefärbt und drucken, die tiefen nicht. Drucken wir nun Rotplatte mit Rot, so erhalten wir roten Grund, weiſse Rose, und wenn wir die anderen beiden Farben entsprechend überdrucken, resultiert schwarzer Grund, weil auf ihm alle Farben liegen, und die Rose, die mit Gelb und Blau überdruckt wird, erscheint grün! Das ist also falsch. Grün ist komplementär zu Rot und demgemäſs müssen wir auch jede Platte mit ihrer komplementären Farbe drucken. Komplementär ist zu einer Körperfarbe immer die, welche die betreffende Farbe nicht enthält, zu Rot also eine gewisse blauviolette Farbe, welche Rot absorbiert u. s. w. Wir müssen also die Rotplatte drucken mit einer Farbe, die Rot nicht enthält, z. B. mit Blau. Die Rose erscheint dann hell auf blauem Grunde, die Gelbplatte wird mit Rot gedruckt und die Blauplatte mit Gelb; Gelb und Rot zusammen ergeben bei geeigneter Wahl der Farbe ein leuchtendes Rot, der Grund wird schwarz. In Wahrheit liegt die Sache noch viel komplizierter, für das Verständnis genügt aber das Beispiel. Nach diesem Prinzip wird der Dreifarbendruck in Deutschland von der Firma Georg Büxenstein & Co. ausgeübt. Die Co. ist Dr. E. Vogel, der fähige und tüchtige Sohn H. W. Vogels, der das vom Vater im Prinzip gefundene Verfahren in die Praxis eingeführt hat. Die Schwierigkeiten des Dreifarbendruckes sind sehr erhebliche, auf die wir aber nicht näher eingehen können, so interessant auch manche Erscheinungen sind. Der Dreifarbendruck ermöglicht es, farbige Bilder mit der Buchdruckerpresse herzustellen. Tafel I zeigt einen solchen nach einem Ölbild von W. Kuhnert durch genannte Firma hergestellt und von W. Büxenstein gedruckt. Es ist erstaunlich, welche Menge verschiedener Töne vom tiefen

Schwarz und reinen Weiſs durch die verschiedenen Farben hindurch auf diese Weise erzielt werden, und es ist zu hoffen und zu wünschen, daſs dieses treffliche Illustrationsmittel mehr als bisher, namentlich auch in der Medizinischen Litteratur verwendet wird. Unverständlich sind die vielen Anfeindungen, welche die Methode erfahren hat und noch erfährt. Ganz vollkommen ist sie nicht, auch nicht für alles geeignet, aber sie leistet für groſse Auflagen mehr als andere Methoden der farbigen Reproduktion, weil sie nebenher auch die Naturtreue der Form absolut wahrt, wie jede richtig hergestellte Photographie. Aber gegen Vorurteile ist schwer zu kämpfen, namentlich wenn nebenher noch andere menschliche Schwächen mitwirken.

Früher versuchte man mit Lichtdruck zum Ziele zu kommen, noch früher mit drei Collodium- oder Gelatinebilder, die, mit den entsprechenden Farben getränkt, übereinander gelegt wurden. Diese älteste Methode ist in den letzten Jahren von Selle wieder ausgegraben und angeblich zu groſser Vollkommenheit und Einfachheit gebracht worden. Aber merkwürdigerweise ist niemals die von Selle befolgte Methode so veröffentlicht, daſs sie hätte nachgeprüft werden können. Auſser dem »Erfinder« scheint auch niemand Bilder angefertigt zu haben. Damit ist sie für uns einstweilen erledigt. Auſserdem erfordert sie aber drei Aufnahmen desselben Gegenstandes und ist so zeitraubend, daſs nur solche Leute sie üben können, welche die freie Zeit eines Rentiers haben. Auf der Berliner Amateurausstellung waren Sellesche Bilder ausgelegt. Neben einer Reproduktion von einer Farbentafel, die allein einen überraschenden Eindruck hervorrief, lag das Original, und jeder, der nicht farbenblind war, konnte sich überzeugen, daſs die meisten Farben ebenso falsch waren, wie sie beim Dreifarbendruck kaum sein können.

Ives Methode.

Für die Herstellung einzelner Bilder giebt es noch zwei Methoden, welche vielleicht eine gröſsere Bedeutung gewinnen können, wenn durch die allgemeinere Verbreitung eine höhere Vervollkommnung der nötigen Hilfsmittel stattfinden wird. Das ist einmal die von **Ives** stammende Methode. Er stellt wie beim Dreifarbendrucke drei Negative her, eine Rotplatte, eine Grün-gelb- und Blau-violettplatte, fertigt von jeder ein gewöhnliches schwarzes Diapositiv an und bringt diese drei schwarzen Bilder in einen besonderen, sehr komplizierten Apparat, wo sie durch drei entsprechend gefärbte Gläser betrachtet werden. Er erreicht das dadurch, daſs er eine Anzahl von Spiegelungen vornimmt. Dieses komplizierte Instrument ist von Karl Zink in Gotha sehr vereinfacht,

indem er die drei Diapositive hintereinander auf drei verschieden hohen Kästen anbringt, die unten einen unter 45 Grad geneigten Spiegel enthalten. Die beiden ersten Spiegel sind durchsichtig und nur der letzte auf der Oberfläche versilbert. Die Färbung der Platten geschieht durch übergelegte entsprechend gefärbte Glasscheiben. Es gelingt auf diese Weise, in ganz überraschender Weise die Farben wiederzugeben, selbst bei Stereoskopbildern.

Die andere ist das **Jolly'sche Verfahren**, welches schon vor mehreren Jahren publiziert wurde, aber erst in allerneuester Zeit durch geeignete Hilfsmittel in die Praxis Eingang gefunden hat. Es beruht ebenfalls auf der Erzeugung der Farben durch drei Grundfarben, aber nicht in der Weise, wie bei den bisher besprochenen Methoden. Während bei ihnen die Farben durch Subtraktion von gewissen Lichtsorten erzeugt werden, ahmt Jolly bei seinem Verfahren genau der Farbenwahrnehmung im Auge nach der Young-Helmholtz'schen Theorie nach, die auf Addition von verschiedenem Lichte beruht, wie in Kap. I, Seite 9, auseinandergesetzt ist. Die Aufnahme geschieht auf folgende Weise. Auf die Schicht der empfindlichen Platte bringt man eine Rasterplatte. Dies ist eine Glasplatte, deren eine Seite mit einer Gelatineschicht überzogen ist, auf der abwechselnd feine Linien gezogen sind in den Farben orange, gelbgrün, blauviolett. Auf je einem Millimeter befinden sich 10 Striche. Jeder dieser Striche läſst annähernd nur das Licht seiner Farbe hindurch. Um die blauen Strahlen zu dämpfen, ist eine Gelbscheibe erforderlich, deren Beschaffenheit von der Plattensorte abhängig ist, auf der die Aufnahme geschieht. Vorläufig eignen sich die englischen Cadettplatten am besten, die zwar sehr unempfindlich, aber für das ganze sichtbare Spektrum sensibilisiert sind, insbesondere auch für Rot. Die Aufnahme weicht in keiner Weise ab von der gewöhnlichen, nur muſs bei der Einstellung die Mattscheibe mit dem Korn nach dem Beschauer zu eingelegt werden, weil durch die Einschaltung des Rasters die empfindliche Schicht um seine Dicke nach hinten verschoben wird. Das Negativ muſs sehr kontrastreich sein und kräftige Linien zeigen. Von ihm stellt man ein gutes, kräftiges und klares Diapositiv her. Um die Farben zu reproduzieren, wird wiederum ein Raster aufgelegt mit genau entsprechenden Linien, rot, grün und blau. Liegen die beiden Liniensysteme des Rasters und des Diapositivs nicht genau parallel, so entstehen farbige Bänder (Moiré), die erst bei genauer Parallelstellung verschwinden. Liegen nicht die entsprechenden Linien übereinander, so entstehen falsche Farben. Rot entsteht, wenn nur die roten Linien des Positiv-

Jollys Verfahren.

rasters durchscheinen, während grün und blau durch entsprechende schwarze Linien des Glasbildes verdeckt sind und analog die anderen beiden Grundfarben. Die Mischfarben entstehen in ähnlicher Weise, wie auf Seite 9 für das Farbensehen angegeben ist. Um einigermaſsen genaue Farben zu erhalten, ist es durchaus nötig, daſs die zu benutzenden orthochromatischen Platten entsprechend den Farben des Negativrasters sensibilisiert sind. Man prüft das durch Exposition auf eine weiſse Fläche. Es müssen dann alle drei verschiedenfarbige Linien auf dem Negativ Linien von gleicher Intensität erzeugen. Dazu wird stets eine Gelbscheibe erforderlich sein. Dieses Abstimmen von Raster und Platte ist einstweilen noch sehr schwierig. Verf. hat mit Cadettplatten und Gelbscheiben, die vom Fabrikanten geliefert waren, gearbeitet und ganz brauchbare Resultate erhalten, sobald die Expositionszeit richtig war. Die genannten Platten sind sehr stark rotempfindlich und dürfen daher weder beim Einlegen noch während der Entwicklung dem Lichte der Dunkelkammerlaternen ausgesetzt werden. Es gelingt mit diesem Verfahren, brillante Farben ganz gut wiederzugeben, selbst von Interferenzerscheinungen, wie sie im Polarisationsmikroskop auftreten, wenn auch einstweilen die Tonabstufung noch nicht mit allen Feinheiten wiederzugeben ist. Störend wirken auch die senkrechten Linien, die die Bilder durchziehen, und man muſs sie daher aus einer Entfernung betrachten, in der das Auge sie nicht mehr einzeln unterscheiden kann. Die Wiedergabe von Weiſs gelingt auch nur dann einigermaſsen, wenn man die Bilder aus gröſserer Entfernung betrachtet. Ist das Verfahren einstweilen auch noch nicht vollkommen, so verdient es doch die allgemeine Aufmerksamkeit, und es ist nicht ausgeschlossen, daſs die Herstellung der Rasterplatten noch die dringend nötige Vervollkommnung erfährt. Genauere Anweisung giebt die englische Gebrauchsanweisung, die auch Angaben enthält, wie unter allen Umständen die richtigen Farben gefunden werden können, ohne daſs man das Original kennt.

Betrachten wir alle Verfahren noch einmal hinsichtlich ihrer Verwendungsfähigkeit in der täglichen Praxis, so ist einstweilen nur das Jolly'sche relativ ohne gröſsere Schwierigkeiten auszuführen. Hat man einmal Platten und Gelbscheibe gut zu einander abgestimmt, so kann man damit gerade so arbeiten, wie mit den gewöhnlichen Platten und bekommt nach einiger Übung beinahe spielend farbige Bilder.

Reproduktionsverfahren.

Es ist nun für den wissenschaftlich arbeitenden Photographen von einiger Wichtigkeit, auch einen Begriff zu haben von den Methoden, mittelst deren er seine Photogramme mechanisch verviel-

fältigen lassen kann. Es kommen im wesentlichen drei Verfahren in Betracht, die Autotypie, der Lichtdruck und die Heliogravüre. Was die einzelnen Verfahren leisten, soll im folgenden durch Wort und Beispiel gezeigt werden. Welches von den Verfahren im einzelnen Falle anzuwenden ist, hängt nun leider zum grofsen Teile ab von der Zeitschrift, in der die Publikation erfolgen soll und von deren Herausgeber und Verleger. Dafs diese beiden Faktoren häufig die Anwendung der jeweils geeignetsten Methode unmöglich machen, wird jeder bald genug erfahren. Schon das Papier der betreffenden Zeitschrift kann das eine oder andere Verfahren ausschliefsen, noch mehr aber der Kostenpunkt. Die stetige Vermehrung der Zeitschriften, wie sie beispielshalber in der Medizin in erschreckender Weise geschieht durch die auf die Spitze getriebene Spezialisierung, trägt dazu bei, dafs der Abonnentenkreis ein immer kleinerer wird, und so können sich wohl manche dieser Blätter und Blättchen trotz der hohen Abonnementspreise und niedrigen Autorenhonorare kaum halten. Es ist also kein Wunder, wenn den Autoren häufig selbst billige Wünsche abgeschlagen werden. Ob dieser Zustand freilich ein gesunder ist, mag dahingestellt bleiben.

Die **Autotypie** ist vorwiegend bestimmt für die Textillustration. Das Cliché wird in den Satz eingestellt und mit diesem zusammen in der gewöhnlichen Buchdruckerpresse gedruckt. Als Vorlage für die Herstellung dient ein gutes Positiv auf glattem Silberpapier, am besten auf Chlorsilbergelatine- oder Albuminpapier oder ein Diapositiv. Die Oberfläche soll durchaus unverletzt ohne Risse und Unebenheiten sein. Man vermeide auch das Aufziehen der Bilder und versende sie nicht gerollt, sondern eben verpackt. Am besten ist es, der Reproduktionsanstalt das Anfertigen der Kopie zu überlassen und das Negativ einzusenden. Um nun von dem Bilde eine druckbare Platte zu erhalten, mufs es so umgewandelt werden, dafs es nur aus Erhebungen und Vertiefungen, nur aus Schwarz und Weifs besteht. Das geschieht mit Hilfe eines vor der Aufnahmeplatte in bestimmter Entfernung angebrachten Kreuzrasters. Er liegt nicht, wie der Jolly'sche, direkt auf der Platte, kann also auch auf ihr keine scharfe Kopie geben, sondern er wirkt wie eine Unzahl feiner Lochkameras, deren jede einzelne ein Bild der Objektivblende liefert. Wie die Vorgänge im einzelnen dabei sind, gehört nicht hierher. Das Resultat ist eine Platte, auf der die hellen Bildstellen aus dicht aneinanderstofsenden, schwarzen Blendenbildern bestehen, zwischen denen nur da, wo je vier zusammenstofsen, eine kleine unbelichtete Stelle bleibt. Die tiefsten Schatten

Autotypie.

liefern nur ganz feine Lichtpunkte und alle dazwischenliegenden Töne ihrer Helligkeit entsprechend verschieden grofse. Das Negativ besteht also nur aus Schwarz und Weifs. Die Reproduktion erfolgt ausschliefslich mit nassen Platten. Das Negativ wird mit Hilfe eines im Prinzipe dem oben beschriebenen Pigmentdrucke entsprechenden Verfahrens auf Zink oder Kupfer übertragen. Die hellen Stellen des Negativs werden auf der Chromatschicht unlöslich, die dunkeln bleiben löslich. Nun wird das Bild genau wie ein Pigmentdruck durch Abwaschen mit Wasser entwickelt. Dabei bleibt die metallische Unterlage nur an den Punkten bedeckt, wo die Gelatine unlöslich geworden ist. Nachdem diese Stellen durch besondere Behandlung noch mit einem säurefesten Material überzogen sind, kommt die Platte in Scheidewasser zur Ätzung. Die geschützten Stellen bleiben erhaben, alle anderen werden vertieft. Ist die Ätzung vollendet, so entfernt man von den erhabenen Stellen den schützenden Überzug und kann nun die Platte in gewöhnlicher Weise mit Druckerschwärze einwalzen und in der Presse drucken. Was dies Verfahren leistet, zeigen die Illustrationen dieses Buches. Je feiner der Raster, um so mehr Feinheiten des Originals bleiben erkennbar. Natürlich fallen unter allen Umständen feinste Teile aus, und wo das nicht statthaft ist, mufs ein anderes Verfahren gewählt werden. Für alle Sachen, bei denen der Wert in der Veranschaulichung der grofsen Form besteht, bei Landschaften, Porträts und vielen anderen Dingen genügt die Autotypie vollkommen, wie die verschiedenen Illustrationen dieses Buches zeigen. Zum Drucke der Autotypieen ist ein glattes, gut satiniertes Papier nötig, rauhes eignet sich ganz und gar nicht. Aus diesem Grunde kann mancher Verleger keine Autotypieen bringen. Am weitaus schönsten kommen sie auf einem Barytpapier oder einem sogen. Kunstdruckpapier zur Geltung, dessen Benutzung allerdings die Einfügung einer besonderen Tafel, die besonders zu drucken ist, nötig macht. Die Betrachtung der Bilder sollte stets aus einer so grofsen Entfernung geschehen, dafs die einzelnen Punkte nicht mehr unterscheidbar sind. Der Preis guter Autotypieplatten beträgt ungefähr 12 Pfennige für den Quadratcentimeter. Der Druck im Texte kostet natürlich nichts, es sei denn, dafs die Druckerei für die immerhin schwierige Zurichtung einen geringen Preis ansetzt. Wenn eine Druckerei heutzutage keine Autotypieen gut drucken kann, dann steht sie nicht auf der Höhe der Zeit.

Lichtdruck. Ein anderes Vervielfältigungsverfahren ist der allgemein bekannte **Lichtdruck**. Auf einer Chromgelatineschicht stellt man durch Belichtung unter einem Negativ ein Positiv her und wäscht

in kaltem Wasser das Chromsalz aus und trocknet bei erhöhter Temperatur. Durch die Belichtung wird die Gelatine nicht nur unlöslich, sondern sie verliert auch die Fähigkeit, Wasser aufzunehmen, je nach dem Grade der Belichtung. Feuchtet man nun eine fertige Lichtdruckplatte mit einem geeigneten, glycerinhaltigen »Feuchtwasser«, so nehmen die stark belichteten Stellen, also die Schatten, kein Wasser an, die Lichter viel, die Mitteltöne in allen möglichen Abstufungen. Walzt man die feuchte Platte mit fetter Farbe ein, so stoſsen die feuchten Stellen, die Lichter, die Farbe ab, die tiefen Schatten nehmen sie reichlich an, weil sie kein Wasser enthalten, und die Mitteltöne je nach ihrem Feuchtigkeitsgrade mehr oder weniger, und geben sie beim Drucke an das Papier ab. Der Vorteil des Lichtdruckes ist seine Billigkeit bei kleinen Auflagen bis ca. 100. Soll er das höchste leisten, was er vermag, so ist der Druck mit der sogen. Lichtdruckschnellpresse nicht ausreichend, sondern er ist mit der Handpresse vorzunehmen. Dadurch verteuert sich die Sache wieder erheblich. Groſse Auflagen kosten kaum weniger wie bei der Gravüre. Beim Einzeldruck liefert er zarte und ziemlich gut abgestufte Bilder. Nicht selten sind aber die Schwärzen zu massig, die Lichter nicht rein. Kornlos ist der Lichtdruck auch nicht, weil beim Trocknen der Platte im Trockenschrank ein unregelmäſsiges »Wurmkorn« entsteht, welches zum besseren Festhalten der Farbe nötig ist. Infolgedessen vermag er die gröſsten Feinheiten auch nicht vollkommen wiederzugeben, zumal beim Drucke auch nicht selten das weiche Gelatinerelief etwas gequetscht wird. Immerhin sind die Fälle, wo er nicht genügt, ziemlich selten. Sein gröſster Nachteil ist die Unsicherheit beim Drucken, da das Gelingen auſser von manchen anderen Umständen auch vom Feuchtigkeitsgehalte der Luft abhängt. Neuerdings haben einige groſse Anstalten den Lichtdruck überhaupt aufgegeben. Bei dem Lichtdruck tritt genau wie beim einfachen Übertrage von Pigmentbildern eine Vertauschung von rechts und links ein. Ist das nicht gleichgiltig, so muſs das Negativ umgekehrt werden. Das überläſst man der Reproduktionsanstalt. Am üblichsten sind die schon im ersten Kapitel erwähnten abziehbaren Platten. Sie haben aber häufig mancherlei technische Unvollkommenheiten, lösen sich schon beim Entwickeln und Waschen ab und verziehen sich beim Abziehen. Auſserdem wird es wenige Photographen geben, die von vornherein bei der Herstellung des Negatives schon wissen, daſs es einmal durch Lichtdruck vervielfältigt werden soll. Es giebt auch Methoden, umgekehrte Negative nach einem vorhandenen anzufertigen, und so kann man auch nach einem

gewöhnlichen Negativ einen seitenrichtigen Lichtdruck herstellen. Die Negative sollen ziemlich weich und detailreich sein, weil sonst die Positive leicht hart werden.

Helio-gravüre.

Weitaus das feinste Vervielfältigungsverfahren ist die **Heliogravüre.** Von einem Negativ stellt die Kunstanstalt zunächst mittelst des Kohledruckes ein Positiv her. Bei dieser Gelegenheit ist schon die Möglichkeit gegeben, durch geeignetes Kopieren die Kopie besser abzustimmen und für den Druck geeigneter zu machen, als das ursprüngliche Negativ ist. Die Negative sollen mittelkräftig und sehr detailreich sein. Von dem Pigmentpositiv wird eine negative Pigmentkopie gemacht und diese auf eine Kupferplatte übertragen, die ein sehr feines Korn durch Einstauben mit nachträglich angeschmolzenem Asphalt erhält. Es resultiert auf der Kupferplatte ein Negativ. Die hellen Stellen des Objektes, die Lichter, sind also auf der Platte mit einer unlöslichen Gelatineschicht bedeckt, in den Schatten liegt das Metall frei, und die Zwischentöne stellen sich als verschieden dicke Gelatineschichten, je nach ihrer Intensität, dar. Nun kommt die Kupferplatte zum Ätzen in Eisenchloridlösung, welche an den Stellen der tiefen Schatten die dort freiliegende Metallfläche stark, in den Mitteltönen je nach der Dicke der Gelatineschicht mehr oder weniger, in den Lichtern gar nicht angreift. Ist die Ätzung vollendet, so wird Gelatine und Asphalt abgewaschen und die druckfertige Platte galvanisch verstählt, um sie widerstandsfähiger zu machen. Die Lichter stehen hoch und sind ganz glatt, alle anderen Töne stellen sich als mehr oder weniger tiefe Stellen dar und sind rauh, weil ja an den Stellen, wo der Asphaltstaub auflag, keine Ätzung stattfinden konnte. Zum Drucke wird nun die ganze Platte gleichmäſsig mit Farbe überzogen, und diese dann wieder von den erhabenen Stellen so weit entfernt, daſs die Lichter ganz blank werden, während in den Vertiefungen mehr oder weniger Farbe zurückbleibt. Um das Haftenbleiben der Farbe zu erleichtern, sind durch den Asphalt jene Stellen rauh gemacht. Diese Rauhigkeiten sind sehr fein, und es hat gar keine Schwierigkeiten, die Farbe auch aus ihnen herauszuwischen. Beim Drucke verschwinden sie nahezu vollständig. Die Gravüreplatte wird auf sogen. Kupferdruckpapier, welches leicht angefeuchtet ist, unter sehr starkem Pressen gedruckt.

Vergleichs-aufnahme.

Am besten zeigt die Leistungsfähigkeit und das Aussehen der verschiedenen Verfahren eine Vergleichsaufnahme. Hierzu wurde eine Aufnahme mit sehr feinen und abstufungsreichen Halbtönen, eine Aufnahme von Salicinkristallen im polarisierten Lichte bei gekreuzten Nikols in 110facher Vergröſserung gewählt, und die

eines mikroskopischen Schnittes (synechia pericardii) mit feinen, scharfen Linien und Punkten. Dieselben Negative sind also in verschiedenen Arten wiedergegeben. Tafel II ist eine Autotypie. Die Halbtöne der oberen Platte sind im groſsen und ganzen gut wiedergegeben, die feinen Linien und Punkte der unteren sind aber nur sehr unvollkommen und das Ganze macht den Eindruck einer unscharfen Kopie. Bei schwacher Lupenvergröſserung löst sich alles in Punkte auf. Daher ist die Autotypie zum Detailstudium nicht zu brauchen, während sie den Gesamteindruck nicht zu feiner Platten leidlich wiedergiebt. Tafel III ist durch Lichtdruck hergestellt. Die obere Aufnahme ist etwas zu hart und die zartesten Töne sind verloren gegangen. Die untere Aufnahme erscheint erheblich schärfer als die entsprechende Autotypie, aber gleichfalls hart. Tafel IV zeigt das Aussehen der Heliogravüre. Nicht nur die Schärfe ist tadellos, sondern auch die Tonabstufung. Vergleicht man Tafel III und IV mit der Lupe, so zeigt III deutlich das Runzel- oder Wurmkorn der Gelatine, in dem die zartesten Feinheiten verloren gehen, während die Bilder der Tafel IV kaum ein Korn zeigen und die gröſsten Feinheiten mit der Lupe zu betrachten gestatten.

Nach diesen Beispielen dürfte sich der Photograph selber ein Urteil bilden können, welches der drei genannten Verfahren er für die Wiedergabe seiner Photogramme auswählen soll. Es empfiehlt sich, unter allen Umständen mit einer gröſseren Kunstanstalt in Verbindung zu treten und den endgiltigen Entschluſs von dem Gutachten der Sachverständigen abhängig zu machen. Die Autotypieplatten Tafel II kosten 16 M., die fertigen Lichtdrucke nahezu so viel wie die Gravüren, bei denen nur noch ca. 50 M. für die Platte hinzukommt. Wenn für Tafelwerke von nicht zu geringer Auflage der Kostenpunkt nicht die Hauptentscheidung bedingt, so dürfte der Photogravüre stets der Vorzug zu geben sein. Ihren Ruf als teures Verfahren verdankt sie nur den Wiederverkäufern, während sie, genau betrachtet, gar nicht so kostspielig ist. Möge in diesem schönen Verfahren noch manches wissenschaftlich-photographische Werk erscheinen! —

SACH- UND NAMENVERZEICHNIS.

A.

Abbé 61. 271. 275. 276. 296. 297. 317.
Abdecken 193. 203.
Abdeckfarben 193.
Aberration, chromatische 39 ff., sphärische 43 ff. 57, Beugungs- 58.
Absorption des Ultraviolett 21, der Wärme 20, der Spektralfarben durch Luft 26.
Absorptionsspektra, graphische Darstellung 10, verschiedene 11—14.
Abschwächer 190.
Abtönen 201.
Accumulatoren 357. 359, Laden der — 360.
Achromate 41. 267, Beschaffenheit der Bilder der — 269. 293, zur Mikrophotographie 293. 296. 317.
Aesculin 21. 286.
Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation 154. 158. 209.
Alaun, zur Wärmeabsorption 20, — zum Gerben 207. 208. 229. 255.
Albedo 15.
Albumin 197. 377, -platten 377.
Alkohol, absoluter 186.
Amidol 179. 216.
Ammoniak 157. 158. 190. 205. 207. 208. 377, kohlensaures — 208. 222. 381.
Ammoniumoxalat 217.
Ampère 359.
Amylacetatlampe 18.
Amylalkohol 231.
Analysator 316. 319.
Anastigmat 58. 67. 78. 337, -satz 81.
Anatomische Präparate, Aufnahme 128.
Angström, Wellenlängenskala 6, Wellenlängen 7.
Anilinfarben 211. 232.
Anode 363.
Anschütz 96, 102. 127.
Anthion 187.
Anthony 156.
Apertur, numerische 274, Regulierung der — 301. 303.
Aplanate 51. 57. 82 ff. 337.
Apochromate 41. 267, Bilder der — 270. 271. 293. 315, 319.
Aquolin 232.
Arbeitsschrank 166.
Arbeitstisch 166.
Architekturaufnahmen 137.
Argandbrenner, Helligkeit 18.
Asbest 206.
Asphalt 392.
Astigmatismus 56 ff.
Atelier 120.
Ätzkali 183.
Ätznatron 187.
Ätzung, der Autotypieen 390, — der Gravüreplatten 392.
Aufkleben, der Positive 230, — mikroskopischer Schnitte 273, — der Stereoskopbilder 343, falsches — der Stereoskopbilder 346.
Aufnahme 105 ff., von Personen 111 ff., von Typen 112 ff., ganzer Figuren 117, anthropologische 118, im Atelier 121, im Zimmer 122, von Gruppen 125, einzelner Körperteile 126, von Leichen 126, von Tieren 127, von Sammlungspräparaten 128, anatomischer Präparate 128, im Freien 130, von Maschinen 131, botanische 132, mit schwachen Vergröfserungen 132, von Landschaften 133, gegen die Sonne 135, von Fernsichten 135, am Meere 135, des Himmels 135, von Wolken 136, von Reproduktionen 136, von Handschriften 137, von farbigen Bildern 137, von Architekturen

137, von Innenräumen 138, bei künstlichem Lichte 138, mit Tages- und Magnesiumlicht 144, von Hautveränderungen 145, mit Teleobjektiven 145 ff., mikrophotographische — mit schwacher Vergröfserung 293, — bei mittlerer Vergröfserung 296, — bei starker Vergröfserung 300, — mit Apochromaten 303, — schwachgefärbter Präparate 305, — ungefärbter Präparate 305, — mit Sonnenlicht 306, — von Schneekrystallen 310, — von Spektren 310 ff., — mit polarischem Licht 315 ff., — von Axenbildern 316, ohne Okular 293 ff., mit gewöhnlichem Okular 302, mit Kompensationsokular 303, mit Projektionsokular 303, stereoskopische — mit 2 Objektiven 341, mit einem Objektiv 346, — mit vergröfsertem Linsenabstand 347, — mit verkleinertem Linsenabstand 348, — mikroskopischer Objekte 348, — mit X-Strahlen 368.
Aufquetschen, der Gelatinebilder 205, — der Kohlebilder 223.
Aufstellung des Mikroskops 282. 289, — des mikrophotographischen Apparats 288 ff.
Augenentfernung, mittlere 324.
Augenlinse, des Okulars 268.
Aurantia 12. 162.
Ausflecken, des Negativs 194, — der Positive 231.
Austrittspupille 298.
Autotypie 389.
Axe, optische 36, — des mikrophotographischen Apparates 286. 291. 292, — der stereoskopischen Objektive 333.
Axenbilder 319.
Azalin 158.

B.

Badeplatten 33. 157.
Bakterienpräparate 273.
Barium-Platin-Cyanür für Ultraviolett 21, für X-Strahlen 352. 371. 372.
Barytpapier 215. 217. 390.
Begrenzung, des Bildes 201. 308, der Stereoskopbilder 341.
Beleuchtung, im Atelier 121, im Zimmer 122 ff., bei Blitzlichtaufnahmen 141, bei Vergröfserungen 235, Kontrolle der 240, bei schwachen Vergröfserungen 263 f., bei starker Vergröfserung 266, durch den Hilfskondensor 273, Regulierung der — in der Mikrophotographie 293. 297, verschiedene Theorieen 292.
Beleuchtungskegel, bei Vergröfserungen 243, — des Hilfskondensors 273. 274.
Beleuchtungslinsen, für Vergröfserung 243.
Belichtungszeit, relative 74.
Benzinkerze 16. 25.
Benzol 192.
Benzopurpurin 12.
Bergkrystall, Wärmeabsorption 20.
Bergling 332. 345.
Berliner, Dr. 352. 359.
Beschleuniger 180.
Beschneiden, der Positive 230.
Beugungserscheinungen 58, in der Mikrophotographie 275. 305.
Beurteilung des Negativs 173, der Beleuchtung 123, der Kopieen 201.
Bewölkung, Wirkung auf die Helligkeit 26.
Bienenwachs 227.
Bildbegrenzung 134. 308. 341. 342.
Bilder, reelle 34, virtuelle 34. 39.
Bildfeldwölbung 47 f., der Apochromate 270.
Bildpunkte, korrespondierende 328.
Bildrahmen 255.
Bismarckbraun 13.
Blei, essigsaures 207.
Bleinitrat 208.
Blende 45. 50. 53. 71. 72, Bezeichnung 74, des Okulars 268. 270, des Projektionsokulars 271. 304, in der Autotypie 389.
Blitzlampen 140.
Blitzlichtaufnahmen 139.
Blitzpulver 141.
Blut 12. 311.
Blutlaugensalz, gelbes 183, rotes 188. 190.
Bogenlicht, Helligkeit 18, zur Projektion 249. 285. 286. 298.
Borax 204. 208.
Borsäure 208.
Böttcher 187.
Braun 226. 228.
Brechungsgesetz 35.
Brechungsindex 35.
Brechungswinkel 35.
Brennpunkt 37.
Brennweite 37, Bestimmung der 38, — und Focustiefe 72/73, der Teleobjektive 150. 151, der Kondensoren 244. 264. 276.
Brewster 340.
Bromammonium 153.
Bromkali 170. 171. 173. 174. 176. 177. 178. 179. 180. 182. 211. 216. 377. 381. 382.
Bromsilber 31, -emulsion 31, -gelatine 31.
Bromsilberpapier 68. 214, Entwicklung 215, Kopieren auf 205, zu Vergröfserungen 241.
Bromsilberplatten, Lichtwirkung auf 21.
Büschelentladung 367.
Büxenstein 385.

C.

Cadettplatten 388.
Calcium, wolframsaures 352. 371.
Celloidinpapier 198. 199, Tonen des 205 ff. 208. 343.
Celluloid 156.
Centralleitung, elektrische 357. 359. 361.
Centralstrom 357. 360.
Centrieren, Begriff 36, der Objektive 65, des achromatischen Kondensors 276, der mikrophotographischen Einrichtung 280. 286. 289.
Centriervorrichtung der Hilfskondensatoren 277.
Centrifugieren 378. 383.
Chemische Wirkung des Lichtes 20.
Chinin, schwefelsaures 21. 286.
Chloraluminium 185. 186.
Chlorbromsilberemulsion 209.
Chlorcalcium 218.
Chlorgold 204. 207. 208. 209.
Chloroform 192.
Chlorsilber 31, -gelatine 32, 197.
Chromalaun 161. 205. 228.
Chromatische Differenz der sphärischen Aberration 46, der Vergröfserung 269.
Chromkrätze 222.
Citronensäure, Wärmeabsorption 20. 184. 207.
Collodium, rotes 161, gelbes 162.
Colophonium 227.
Colson 34.
Coma 52. 57.
Cyanin 33. 379. 383.
Cylinder, rote 160.
Czapski 61.

D.

Dammaraharz 192. 194.
Deckglasdicke 271. 272, Korrektion für 271. 273. 303, Bestimmung der 271.
Deckplatten 213.
Definitionsvermögen 274.
Diapositiv 209. 343. 344. 387.
Diapositivpapier 228.
Differenz, chromatische der sphärischen Abweichung 46, der Vergröfserung 269.
Diffraktionsspektrum 20.
Dippel 267.
Distorsion 50.
Doppelanastigmate 58. 67. 76. 337.
Doppelexposition, Vermeidung 93.
Doppelkassette 92. 94. 101.
Doppeltchromsaures Kali 22. 221. 222. 362.
Dorval 107.
Dosenlibelle 99.
Dreifarbendruck 384.
Dubosqsche Lampe 255.
Dunkelkammer 159.
Dunkelkammerlaternen 163.
Duplikatnegative der Solarisation 28.
Durchleuchtungstisch 368.

E.

Eastmann 95.
Eau de Javelle 186.
Eder 31. 33. 120. 181.
Edwards 209.
Eikonogen 183.
Einfallslot 35.
Einfallswinkel 35.
Einschlufsmittel mikroskopischer Objekte 272. 273.
Einstelltuch 99.
Einstellung, mit Blende 72, in der Mikrophotographie 282, beim Lippmannschen Verfahren 381, bei Jollys Verfahren 387.
Eis, Wärmeabsorption 20, Absorption des Ultraviolett 21.
Eisenchlorid 392.
Eisenoxalat 179. 216.
Eisenvitriol 179. 180. 220.
Eisessig 189. 216. 228. 379.
Eiweifs 377.
Eiweifsplatten 377, Silbern 379, Farbbad 379, Empfindlichkeit 381, Entwicklung 381.
Elektrische Zündung des Magnesiumpulvers 143.
Elektrizitätsgesellschaft, allgemeine Berliner 352. 355. 368.
Elektromotor 354. 356.
Elemente, galvanische 362, Chromsäure — 362.
Elkan 247. 248.
Emulsion 31.
Emulsionspapiere 198.
Entfernung des nächsten scharfen Gegenstandes 73, vom Aufnahmeobjekt 117, der Röntgenröhre 371.
Entwicklung, Formel 27, mit Rodinal 170, mit Glycin 173, mit Metol 176, mit Metol-Hydrochinon 178, mit Amidol 179, mit Eisenoxalat 179, mit Pyrogallussäure 181, mit Hydrochinon 182, der Diapositive 211, des Bromsilberpapiers 215, des Platinpapiers 219. 220, des Pigmentpapiers 228, der Rollenfilms 260, der Röntgenaufnahmen 373, der Lippmannschen Aufnahmen 381. 383.
Entwicklungspapiere 214 ff. 227.
Eosin 11.
Erythrosin 11. 33. 157. 158. 379. 383.
Erythrosinsilber 157.
Essigsaures Blei 207.
Euryskop 83.
Expositionsmesser 107.
Expositionstabellen 107.

Expositionszeit, allgemeines 106 ff., bei Personenaufnahmen 124, bei Fernaufnahmen 152, bei Vergröfserungen 241, in der Mikrophotographie 295. 306. 315. 318, bei Röntgenaufnahmen 373.

F.

Farbe, Einflufs auf die Expositionszeit 111.
Farbenabweichung 39 ff. 57.
Farbenfilter 285.
Farbenphotographie nach Lippmann 376, nach Selle 386, nach Joves 386, nach Jolly 387.
Farbstoffe, rote 11, gelbe 12, grüne 12, blaue 13, violette 13, braune 13, für mikroskopische Präparate 273.
Fassen der Linsen 66.
Federweifs 206.
Fernphotographie 145, Verwendung 149.
Fernpunkte 325, Lage der 329. 331.
Fernpunktsvertikale 331.
Fernsichten 135.
Ferrooxalat 217.
Films 30. 156, Rollen- 95. 258. 260, für Röntgenaufnahmen 369, doppeltbegossene 369. 371.
Fixierbad 184, saures 184. 382, in Würfeln 185.
Fixieren der Trockenplatten 184. 382, der Silberbilder 204, des Platinpapiers 219.
Fixiernatron 177. 178. 180. 181, Zerstörung des 186. 187, Probe auf — 187. 189. 190.
Fleck, gelber, der Netzhaut 325.
Flintglas, Wärmeabsorption 20, Absorption des Ultraviolett 21.
Fluorescenz 20.
Fluorescenzschirm 352. 365.
Flufsspat 319. 352.
Flufsspatlinse 319.
Focimeter 42.
Focusdifferenz 41 ff.
Focustiefe 72, übertriebene 74.
Formalin 186.
Fritsch 349.
Fuchsin 11.
Funkeninduktor 355, nötige Stromstärke 359.

G.

Gasbrenner, Helligkeit 18.
Gaslaternen 163. 246.
Gelatine 31. 153. 161. 198. 221. 382.
Gelatinepapier 198, Tonen 205 ff., Härten 205, Hochglanz 205, Aufquetschen 205. 343.
Gelbscheiben 12. 136. 137. 152. 157. 158. 318. 387.
Gelbschleier 184.
Gerben der Platten 185, der Gelatinebilder 205.
Geschwindigkeiten bewegter Gegenstände 108.
Gesellschaft, neue photographische 214.
Gesichtsfeld 325.
Gipsplättchen 318.
Glas, Absorption der Wärme 19, des Ultraviolett 21, rotes 160, Überfang- 160, Ersatz des roten 161.
Glasbilder 209.
Gleichstrom 361.
Glimmerplättchen 318.
Glühlicht, elektrisches 163, Auersches 246.
Glycin 173. 211.
Goerz 58. 61. 62. 63. 74. 84. 85. 96. 103.
Goldbad 204.
Graphitpulver 192.
Grundfarben nach Helmholtz 9.
Grünfilter 136.
Gruppenbilder 125.
Gummirollenquetscher 206.
Gundlach 364.

H.

Haematoxylin 13. 273.
Haltbarkeit der Trockenplatten 155, des Albuminpapiers 188, der Emulsionspapiere 198, des Platinpapieres 218, des Kohlepapiers 221. 224.
Handschriften, Aufnahme 137.
Harbers 166.
Hartnack 313.
Hauptpunkte der Linsen 36, der stereoskopischen Bilder 325. 331.
Hauptstrahl 36.
Heifsluftmotor 354.
Heliogravüre 392.
Heliostat 307.
Helligkeit, chemische, verschiedener Lichtquellen 26, des blauen Himmels 27, zu verschiedenen Jahreszeiten 27.
Helligkeit, optische, der Spektralfarben 14, verschiedener Lichtquellen 18, Vergleich mit der chemischen 26. 274.
Helmholtz 8. 9. 14. 20. 323. 324.
Hesekiel 94. 96. 98. 140. 214. 217. 232. 241. 252. 259. 260. 338.
Hilfsblende in der Mikrophotographie 292. 294.
Hilfskondensor 264. 267. 273. 275. 294. 298.
Hintergrund bei Personenaufnahmen 123, bei Präparaten 130, Abdecken des — 203, Auskratzen des — 203.
Hirschmann 355. 357. 358. 364.
Hittorffsche Röhren 352. 353. 363, Prüfung 364, regulierbare 365, Behandlung 365, Anwärmung 365, Schwarz-

färbung 367, Abstand der Objekte von den — 371.
Hochglanz der Gelatinebilder 205, der Kohlebilder 227.
Hoegh, Dr. von 58. 61.
Hofbildung 29, Beseitigung 29/30.
Hohlspiegel 34.
Höllenstein 153.
Hookescher Schlüssel 282.
Horizont, normaler 331, Verschiebung des — 332, der Stereoskopbilder 342.
Horizontale, Frankfurter 115.
Hübl 175. 218.
Hydrochinon 178.

J.

Jacobsen 211.
Identifizierung durch Mafs und Bild 112.
Influenzelektrisiermaschine 353.
Interieuraufnahmen 138.
Jodgrün 12.
Jodkali 153.
Jodsilber 31.
Jolly 387.
Irisblende bei Objektiven 74. 292. 337.
Irisdegradateur 202.
Irisverschlufs 103.
Irradiation 29.
Justierung des Spektroskops 4. 6.
Ives 386.

K.

Kali, doppeltchromsaures 22. 221. 222. 362, oxalsaures 179. 220. 221, saures oxalsaures 179, phosphorsaures 220.
Kaliumplatinchlorür 217. 220.
Kalklicht 246.
Kalkspat, Wärmeabsorption 20.
Kamera 88 ff., quadratische 89, Reise- 89 ff., mit Versteifung 92, für Atelier 93, Prüfung der 99, Pflege 102, mikrophotographische 277 ff., nach Francotte 278, von Zeifs 279, horizontale 278 ff., vertikale 281, Reise- zur Mikrophotographie 278. 281, Verlängerung der — 282, Vorbau für — 128. 282, Aufstellung der mikrophotographischen — 292, Stereoskop- 333.
Kamerabalg 88.
Kämpffer 61.
Kandiszucker, Wärmeabsorption 20.
Karmin 11. 194.
Karton 231.
Kassetten 92, Prüfung 100, neue 101, belichtete 102, Röntgen- 369, Quecksilber- 380.
Kassettenschieber 92.
Kathode 363. 365.
Kathodenstrahlen 363.
Keiser & Schmidt 355.
Kilometerphotographie 214.
Kinematographen 258 ff.
Kitten der Objektive 66.
Klappkamera 96, Stereoskop- 339.
Klärbad 182.
Kleister 230.
Klönne & Müller 281.
Knallgaslampen 246, Regulierung 248.
Kobaltglas 160.
Kohl 355. 357. 358. 362, 364.
Kohledruck 221.
Kohlensaures Ammoniak 208. 381.
Kollineare 67. 77. 337.
Kollimatorlinse des Okulars 268. 270. 271.
Kolorieren der Diapositive 211, des Bromsilberpapiers 217, des Platinpapiers 217, der Papierpositive 232, von Stereoskopdiapositiven 344.
Kompensationsokular 270.
Kompensator von Miethe 71.
Komplementärfarben 9. 385.
Kondensator des Induktors 355.
Kondensor für Vergröfserungen 244, Ersatz 245, dreifacher 246, in der Mikrophotographie 275, nach Abbé 275, achromatischer 276. 301, Ersatz des achromatischen 276, Aufstellung des mikrophotographischen 291.
König 15.
Konstruktion stereoskopischer Bilder 327.
Kopfhalter 115.
Kopierbretter 200.
Kopieren 199 ff., der Diapositive 210, des Bromsilberpapiers 215, des Platinpapiers 218. 219, des Pigmentpapiers 224, von Rollenfilm 260.
Kopierklammer 200.
Kopierrahmen 199.
Kopieruhr Fernande 225.
Korn der Platten 31. 188. 377, der Autotypie 393, des Lichtdruckes 390. 393, der Heliogravüre 392. 393.
Kornbromsilberpapier 241. 252.
Korrektionsfassung 271. 303.
Kreuzraster 389.
Kühlkammer 255.

L.

Lackieren der Negative 194.
Lainer 183. 184.
Lampenwiderstand 360.
Landschaftsaufnahmen 133 ff.
Landschaftslinse 49. 52. 76.
Langley 26.
Laternen für Dunkelkammern 163, für Petroleum 163, Kappe für 163, mit Glühlicht 163, für Gas 163, aus Stoff 163.
Laufbrett der Kamera 89.
Lechner 96. 326.

Lehren 62.
Leim 230.
Leitz 132. 263. 266. 281.
Leuchtgas 247.
Licht, allgemeines 1, Zerlegung 2, optische Erscheinung 8 ff., Wärmewirkung 19, chemische Wirkung 20, Messung 21 ff.
Lichtabschlufs bei der Vergröfserung 240, bei der Projektion 254, in der Mikrophotographie 278.
Lichtdruck 390.
Lichteinheit, optische 18, photographische 25.
Lichtfilter nach Zettnow 13. 284, in der Mikrophotographie 283, grüne 283, aus Anilinfarben 284, aus farbigen Gläsern 284, Stellung der — 286. 293.
Lichtfiltercuvetten 284. 293.
Lichtquellen, allgemeines über 1, Helligkeit verschiedener 18, für Vergröfserungsapparate 243. 246.
Lichtstärke der Objektive 67 ff.
Liebisch 320.
Linien, Frauenhofersche 7. 8. 313. 380.
Linienspektrum 8.
Linnemannscher Brenner 246 ff.
Linsen bester Form 45, billige 84.
Linsendistance des Stereoskopapparates, vergröfserte 330, verkleinerte 331.
Linsenregeln 37. 38.
Lippmann 376. 377.
Lochkamera 34.
Lomberg 154.
Luft, Absorption des Lichtes 26.
Luftblasen, im Glase 65, beim Silbern 197, beim Tonen 208.
Luftpumpe 358.
Luftunruhe 147.
Lumière 154. 258.
Lummer-Brodhun 17.
Lynkeioskop 84.

M.

Magazinkamera 96.
Magnesium, Helligkeit 18.
Magnesiumeinheit 25. 155.
Magnesiumlampen 139. 249.
Magnesiumlicht 138.
Malfirnifs 233.
Marchand 27.
Martin 166.
Martinsgelb 136. 162. 284. 285. 293
Massivrubin 161.
Mattlack 192.
Mattscheibe 89. 100. 115. 123. 282. 381. 387.
Meifsner 256. 359.
Melloni 20.
Meterkerze 19.
Methylenblau 13. 284. 293.
Methylgrün 12.
Methylviolett 13.
Metol 176. 178.
Metolhydrochinon 178. 183. 211.
Meydenbauer 175. 181.
Miethe 23, 34. 35. 42. 59. 61. 71. 86. 160. 244.
Mikrometerokular 268.
Mikrometerschraube 265. 282.
Mikrometrie 308.
Mikroskop 264. 265. 266.
Mikroskopische Präparate, Herstellung der, 272.
Mikrospektroskop 311, Justierung 315.
Minimum der Ablenkung 5.
Mischfarben der Spektralfarben 9. 10, der Körperfarben 13. 14. 382.
Moiré 387.
Momentaufnahmen 110.
Momentverschlüsse 102.
Mondscheineffekt 135.
Monkoven 154.

N.

Nachkopieren 226.
Naphtylaminbraun 13.
Natriumoxalat 217.
Natriumsulphit 170. 173. 174. 175. 176. 178. 179. 181. 182. 183. 184. 190. 216.
Natron, unterschwefligsaures 184. 205. 207. 208, kohlensaures 197.
Negativcouverts 195.
Neuhaufs 245. 281. 283. 285. 308. 309. 377. 379. 382.
Newtonsche Ringe 65.
Ney 249.
Niemann 97.
Nikolsches Prisma 316.

O.

Objektivbrett 88, der Stereoskopkamera 334.
Objektivdeckel 102. 338.
Objektive, Herstellung 60 ff., Wahl 87 ff., für Porträt 76, Universal- 76 ff., für Vergröfserungen 236. 250, für Übersichtsbilder 262 f., Mikroskopische 267, mit Korrektionsfassung 271, Mikroskopische als Kondensatoren 277, Befestigung der Stereoskop- 335, Entfernung der Stereoskop- 335, für Stereoskopaufnahmen 337.
Objektivring 88, Universal- 88.
Objektivsätze 79.
Objektivverschlufs für Stereoskopkameras 337.
Objektmikrometer 308.
Objekttisch 265, beweglicher 265. 316.
Öffnung, relative 67, wirksame 68. 74.
Okular der Mikroskope 268, Augenlinse des 268. 270.

Ölfarben 232. 252.
Orthostereoskop 345.
Orthostigmat 78. 337.
Oxalsaures Kali, neutrales 179. 221. 229, saures 179.

P.

Pachytrop 361.
Parzer-Mühlbacher 353.
Passe-partout 231. 252.
Pastellfarben 233.
Perspektive, übertriebene 74, falsche 75.
Perutz 154. 156. 158. 209. 211. 296.
Petroleum beim Quecksilberunterbrecher 357. 358.
Petroleumflachbrenner, Helligkeit 18. 246.
Petroleumrundbrenner, Helligkeit 18. 246.
Pfeiler, isolierte 288.
Phosphorsaures Kali 220.
Photoleinen 217. 232. 252.
Photometer, Fettfleck- 15, nach Weber 16, Skalen- nach Vogel 22. 225, Röhren- nach Vogel 23, -papier 225, Ersatz für 226.
Photometrie, optische 15, chemische 21.
Pigmentpapier 221. 226.
Pikrinsäure 12. 136. 285.
Pizzighellipapier 217. 218.
Planar 263.
Platinpapier 217ff.
Platinspiegel in den Hittorffschen Röhren 352. 363, Glühen der — 364. 365.
Platinunterbrecher 356.
Platten, lichthoffreie 30, orthochromatische 30. 32. 296. 318, für Röntgenstrahlen 369, Eiweifs- 377, abziehbare 391.
Plattenformat 154. 333.
Polarisator 316. 319.
Polarisiertes Licht 315.
Polieren der Linsen 64.
Porter, W. 352.
Porträtaufnahmen 75.
Positivverfahren 196ff.
Pottasche 173. 174. 175. 176. 178. 181. 182.
Präparate, mikroskopische 272, Färbung 273, Einbettung 273, von Bakterien 273, Beleuchtung 274, flüssige 281.
Primäre Rolle 355. 356.
Prisma mit abgelenktem Strahl 4, gradsichtiges 6, nach Lummer-Brodhun 17.
Probegläser 62. 65.
Probekopieen 216.
Projektion undurchsichtiger Gegenstände 257, schwimmender Objekte 257.
Projektionsapparate 253. 254. 256.
Projektionsbilder 209.
Projektionslampe nach Schuckert, 249. 254, nach Dubosq 255.
Projektionsokular 271. 303. 315. 316.
Projektionstisch 288.
Prüfung der Brennweite 38, auf Focusdifferenz 42, auf Spiegelflecke 59, des Glases 61, der Objektive 66, der wirksamen Öffnung 68, des Statives 97, der Kamera 99, der Kassetten 100. 101, der roten Scheiben 165, auf Fixiernatron 187, der Hittorffschen Röhren 364.
Prüfungsapparat für Objektive 66.
Pseudoskopische Bilder 346.
Purkinje 14.
Pustlampen 139.
Pyramidenkornpapier 215.
Pyrogallussäure 181. 381.

Q.

Quarz, Absorption des Ultraviolett 21.
Quecksilber für den Unterbrecher 357, Reinigung des 358, für das Lippmannsche Verfahren 377. 380. 381.
Quecksilberchlorid 190.
Quecksilberunterbrecher 356.

R.

Randhelligkeit der Linsen 70.
Randschleier 155.
Randstrahlen 43. 52.
Rapidhydrochinon 183. 211.
Raster für das Jollysche Verfahren 387, für Autotypie 389.
Reciprocitätsgesetz 23.
Reduzierventil 248.
Reflektoren 122. 133, in Vergröfserungsapparaten 238. 239. 245.
Reflexe, störende 266, Beseitigung 294.
Reflexkamera 94, Stereoskop- 338.
Regulierwiderstand für den Unterbrecher 357, — für Centralstrom 361.
Reichert 266.
Reiniger, Gebhardt & Schall 355.
Reisekamera 89.
Reiselaternen 163.
Reproduktionskamera 242.
Reproduktionsverfahren 389 ff.
Retouche 191 ff., auf der Rückseite 192, auf der Schichtseite 194, der Positive 231.
Retouchierpult 194. 211.
Rhodanammonium 207. 208.
Rodinal 170. 171. 173. 216. 373, Haltbarkeit 171.
Rohglas 62.
Rohpapier, photographisches 196.
Röhrenphotometer 23.
Rollenfilm 95, Entwicklung 260, Kopieren 260.
Rollkassette 95.

Röntgen 350. 353.
Rotationsblenden 74.
Rotationsunterbrecher 357.
Rotes Blutlaugensalz 188. 190.
Rotes Licht zur Dunkelkammerbeleuchtung 32.
Rouleau-Schlitzverschlufs 102.
Rudolph 61. 86.

S.

Sachs 154. 157.
Salzsäure 219.
Sammellinsen 36.
Sammlungspräparate, Aufnahme 128.
Sandarak 192.
Satinieren 231.
Satzanastigmate 79. 80.
Sauerstoff, komprimierter 247.
Schalen 167.
Schalttafel 358.
Scheidewand der Stereoskopkamera 334.
Scheiner 24. 155.
Schering 185. 187.
Schiebeblenden 74.
Schirm 139.
Schleier 171, gelbe 184, Beseitigung 190.
Schleufsner 154. 156.
Schlieren im Glase 62.
Schmidt 209. 230.
Schmidt & Haensch 6. 254.
Schnitte mikroskopischer Präparate 272, Aufkleben 273, Färbung 273.
Schott 58. 61.
Schröder 35.
Schruppen der Linsen 62.
Schwarzfärbung der Hittorffschen Röhren 367.
Schwefeläther 192.
Schwefelsäure 181. 362.
Schwefeltonung 207.
Schuckert 249. 254.
Schuhmann 21.
Seebilder 135.
Sehen, körperliches 324, Grenze 324.
Sehweite 327.
Seibert 266. 278 281. 286.
Sektorenverschlufs 103.
Sekundäre Rolle 355.
Sekundenmeterkerze 19.
Selle 386.
Sensibilisatoren, chemische 27, optische 27.
Sensibilisierung für grüne Strahlen 157. 379, für rote 158. 379, des Kohlepapiers 223, der Platten für das Lippmannsche Verfahren 379.
Sensitometer nach Warnerke 23, nach Scheiner 24, Verwendung 25/26. 155.
Sensitometrie 21.
Sicherheitsrand 224.
Silbernitrat 158. 197. 207. 379. 382.
Silberoxyd, salpetersaures 31.
Silbersalze 27.
Skala des Spektroskops 3. 312. 314.
Skioptikon 255.
Soda 219.
Solarisation 28.
Sonnenhöhe 26.
Sonnenlicht, Helligkeit 18, in der Mikrophotographie 307.
Spannung des elektrischen Stroms 359.
Spektralfarben 8, Grundfarben 9, Mischfarben 9. 10, optische Helligkeit 14, Absorption durch Luft 26.
Spektrometer 61.
Spektropolarisator 314.
Spektroskop, Verwendung 2, mit abgelenktem Strahl 2, Skala 3, Justierung 4, gradsichtiges 6, Mikro- 311, nach Hartnack 313.
Spektrum, kontinuierliches 2, sekundäres 14, Photographie des 311. 377.
Sphaerometer 62.
Spiegelflecke 58.
Spiegelglas, Wärmeabsorption 20.
Spiritus für den Unterbrecher 357.
Staffage 134.
Stahlcylinder 247.
Standentwicklung 175. 181.
Stativ 97, Prüfung des — 97, -feststeller 98. 99, Mikroskop- 266, mikrophotographisches 266, -kopf 97. 98. 282, für Hittorffsche Röhren 368.
Stativkopf, fester 97, verstellbarer 98. 282.
Stegemann 96. 339.
Steinhauser 326.
Steinheil 78. 83. 85. 86. 103. 146. 337.
Steinsalz 19, Wärmeabsorption 26, Absorption des Ultraviolett 21.
Steinschneider 209.
Stereoidentische Punkte 324.
Stereoskop 339.
Stereoskopie, Zweck 321, Vorteile 321, Schwierigkeiten 324, Prinzip 325, Apparate 333 ff.
Stereoskopische Aufnahmen mit zwei Objektiven 341, mit einem Objektiv 346, mit vergröfsertem Linsenabstande 347, mit verkleinertem Linsenabstande 348, mikroskopischer Objekte 348, mit der halben Blende 349, mit der Wippe 349, mit Röntgenstrahlen 372.
Stirnbrett der Kamera 58.
Stocksche Lampe 254.
Stofflaternen 163.
Stolze 74. 205. 327. 335. 338. 345.
Strahlen, schiefe 46. 48. 49. 52. 55. 57, axenparallele 46. 47. 53. 54, gerade 46. 49, windschiefe 56.
Straubel 352.
Streifenquetscher 227.
Stromstärke für den Unterbrecher 357, für den Induktor 359.

Sucher 96.
Sulphitlauge, saure 184.
Sylvin 19.

T.

Tabletten 184.
Tageslicht, spektroskopisch 7, Intensität 26, zu Vergröfserungen 237.
Talbot 166.
Talkum 206.
Taschenspektroskop nach Vogel 6, Justierung 7, zur Absorptionsanalyse 10. 285. 379.
Tauchbatterie 362.
Teleobjektiv von Zeifs 86, Steinheil 146, Anwendung 149.
Terpentin 194. 206. 227.
Thermosäule 19. 360.
Thomas 209.
Thornton-Pikkard 103. 318.
Tiefe des Focus 72, der Schärfe 72, des körperlichen Sehens 324.
Tiefenabweichung 71.
Tieraufnahmen 127.
Tonbad für Albuminbilder 204, für Emulsionspapiere 205. 207. 208.
Tonen 204.
Tonfixierbad 206, mit Borsäure 208.
Trimmer 230.
Trockenplatten, Herstellung 153, -Fabrikanten 154, Normalgröfsen 154, Empfindlichkeitsgrad 155, farbenempfindliche 156. 379. 388, Haltbarkeit 155, rotempfindliche 158, lichthoffreie 30. 158, abziehbare 159. 391.
Trocknen der Platten 187, schnelles 187, der Eiweifsplatten 382.
Tubus 265. 266, Reflexe im — 294.
Tubuslänge, mechanische 267. 271. 303.
Tyndall 19.
Typenaufnahmen 75.

U.

Überexposition 170. 172. 174. 177. 179. 180. 182. 191.
Übermangansaures Kali 187.
Übersichtsbilder, mikroskopische 262.
Übertrag, einfacher 226 f., doppelter 227, auf Glas 228.
Übertragpapier, einfaches 226, doppeltes 229.
Ultrarot 19.
Ultraviolett 20. 285, Absorption 286.
Umkehr der Linien im Spektrum 5.
Umkehrung der Spektrallinien 8.
Unger & Hoffmann 154. 157. 209.
Unschärfe, zulässige 71. 73.
Unterbrecher, Platin- 356, Quecksilber- 356, Rotations- 357, Wartung 358.
Unterexposition 169. 172. 174. 177. 179. 180. 182.
Unterschwefligsaures Natron 184. 205. 207. 208.
Urannitrat 188. 200. 305.

V.

Vakuum der Hittorffschen Röhren, regulierbares 365, gesteigertes 365.
Valenta 376.
Verbreiterung, seitliche beim Entwickeln 28.
Vergröfserung 235 ff., mit Tageslicht 237 ff., auf Platten 241, Ausführung 251 f., Grenze der 252, Bestimmung der 308.
Vergröfserungsapparate 238. 239, 242. 249 ff.
Vergröfserungspapiere 241.
Verschmoren des Kontaktes 359.
Verstärkung 187, mit Urannitrat 188, mit Quecksilber 190, partielle 189, der Platinbilder 220.
Verstärkungsschirme 352. 365. 371.
Vertauschen der Stereoskopbilder 328.
Verzeichnung 49. 57, perspektivische 75.
Verzögerer 170.
Vierordt 14.
Vignette 201 ff.
Vignettieren durch die Fassung der Objektive 71.
Virchow 112. 114.
Visierscheibe, matte 89, durchsichtige 282.
Vogel, E. 189. 225. 385.
Vogel, H. W. 6. 10. 22. 23. 24. 25. 27. 120. 125. 153. 155. 158. 187. 225. 385.
Voigtländer 77. 83. 85. 86. 103. 337.
Volt 359.
Voltmeter 361.
Vorbau für die Kamera 128. 282.
Vorpräparation der Glasplatten 154. 161, der Papiere 196. 205, beim Pigmentdruck 227.

W.

Wachs 206.
Wächter 85. 337.
Wallratkerze 18.
Wandtafeln, photographische 232. 252.
Wärmeabsorption verschiedener Stoffe 20.
Wärmestrahlen 19, Absorption 19. 20.
Wärmewirkung des Lichtes 19.
Warnerke, Sensitometer 23.
Waschen der Emulsion 154, der Platten 185, der Kopieen 204 und 205.
Waschkasten 167.

Wasser, Wärmeabsorption 19, des Ultraviolett 21.
Wassermotor 354.
Wasserstoff 247, komprimierter 248.
Wasserturbine 359.
Weber 16. 23.
Wechselkassette, Grundmanns 94, Eastmanns 95.
Wechselsack 164, Ersatz 164.
Wechselstrom 362.
Weinsäure 184.
Weitwinkel 71. 85, -anastigmate 85. 137.
Wellenlängenskala nach Angström 6.
Widerstand für elektrische Lampen 249.
Winkelmann 352.
Wolf 155.
Wolframsaures Calcium 352. 371.
Wolken, Aufnahme 136, künstliche 193, Einkopieren der 193.
Wurmkorn, 391. 393.

X.

X-Strahlen 350 ff., Verwendung 351. 352. 366, Erzeugung 353, schädliche Wirkungen 366.
Xylol 192.

Y.

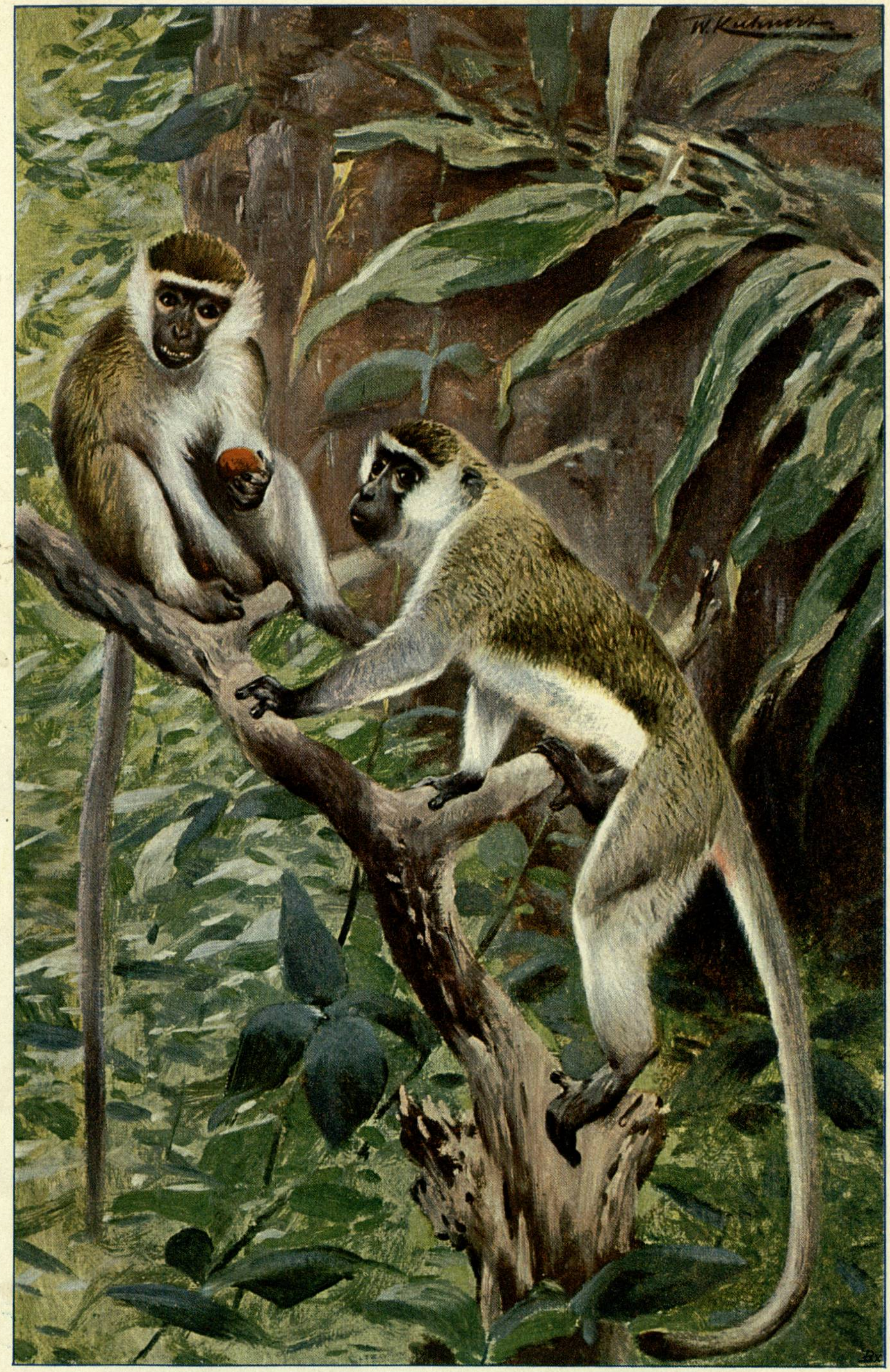
Young-Helmholtz, Farbentheorie 8. 387, Grundfarben 9.

Z.

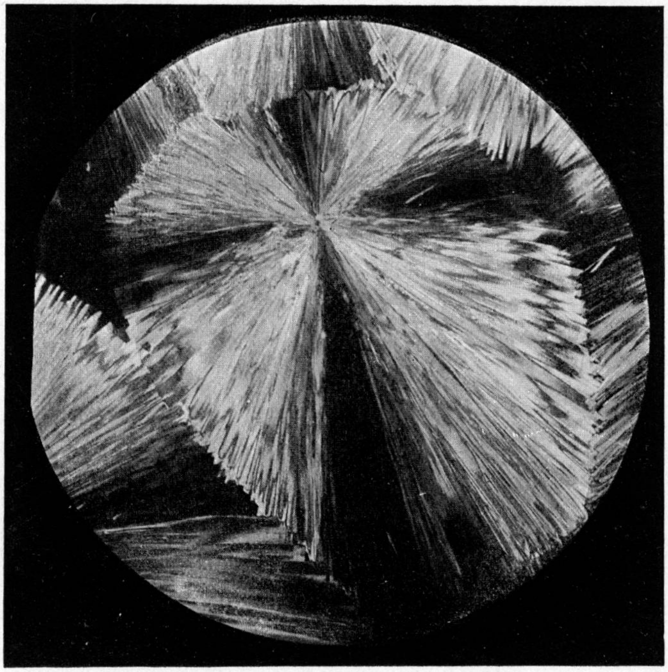
Zaponlack 194. 371.
Zeichnungen, Aufnahme von 136.
Zeifs 58. 61. 78. 79. 86. 87. 103. 146. 263. 266. 276. 277. 278. 279. 280. 281. 282. 286. 291. 293. 303. 317. 319.
Zenker 376.
Zettnow, Filter 13. 284. 308.
Zimmeraufnahmen 122.
Zink, Carl 386.
Zirkonlicht, Helligkeit 18, als Lichtquelle 247. 298.
Zündpapier 140.
Zündschnur 140. 143.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Pierer'sche Hofbuchdruckerei Stephan Geibel & Co. in Altenburg.

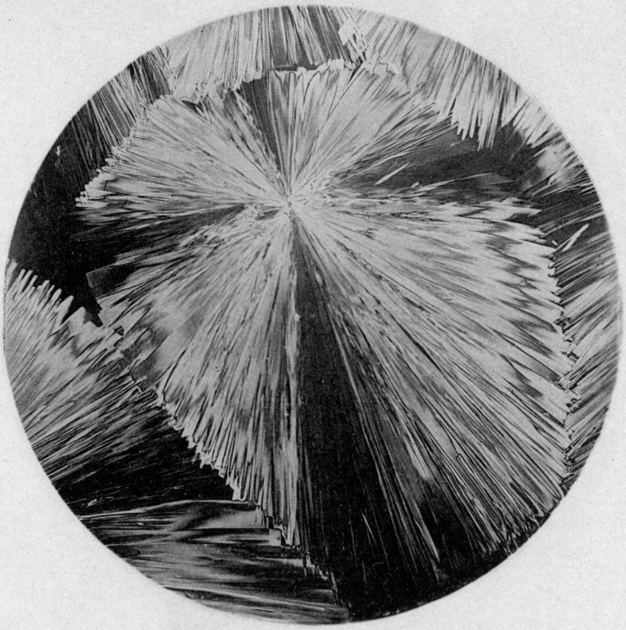


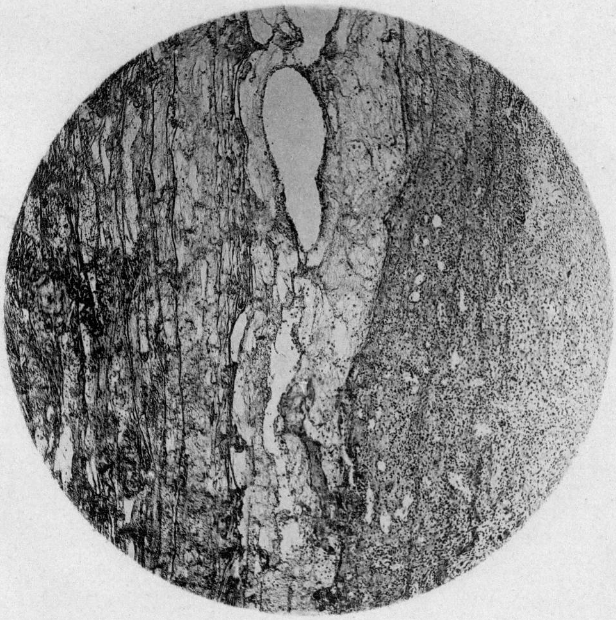
Dreifarbendruck nach einem Originalgemälde von W. Kuhnert.



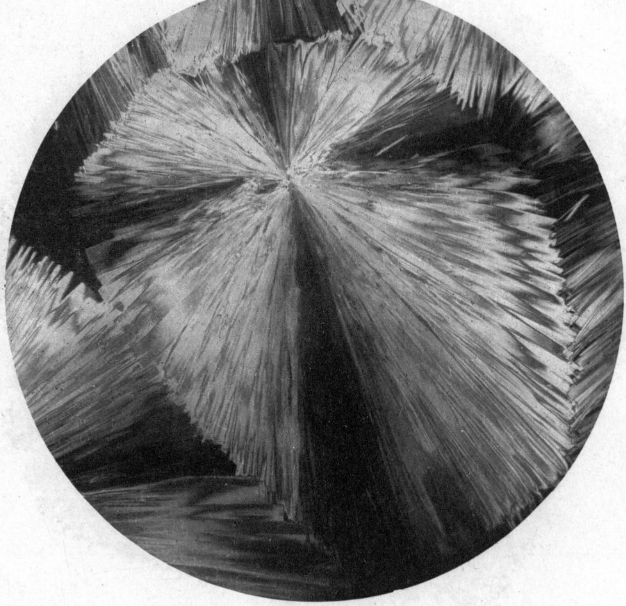


Autotypie von Meisenbach, Riffarth & Co., Berlin.





Lichtdruck von Meisenbach, Riffarth & Co. in Berlin.





Photogr. u. Druck v. Meisenbach Riffarth & Co. Berlin.

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS

Verlag von Gustav Schmidt (vorm. Robert Oppenheim), Berlin SW. 46.

Photographische Mitteilungen

Illustrierte Zeitschrift

für das Gesamtgebiet der Photographie

Begründet von **H. W. Vogel.**

Unter Mitwirkung bewährter Fachmänner

herausgegeben von

Dr. E. Vogel.

Jährlich 24 Hefte in Quart-Format
mit zahlreichen Kunstbeilagen und Abbildungen im Text.
Preis vierteljährlich (6 Hefte) 3 Mark), jährlich (24 Hefte) 12 Mark.

Die »Photographischen Mitteilungen« berichten über alle *wichtigen Fortschritte* auf den einzelnen Gebieten der Photographie, berücksichtigen in weitestgehendem Masstabe die künstlerischen Bestrebungen in ihren verschiedenen Richtungen, sowie die *Anwendung* der Photographie in der *Wissenschaft.* Sie verfolgen alle *interessanten Vorgänge* auf photographischem Gebiete.

Die *reiche Ausstattung* mit Reproduktionen von hervorragenden und interessanten photographischen Aufnahmen verleihen der Zeitschrift einen doppelten Wert.

Probehefte werden gegen Einsendung von **50 Pf.** portofrei geliefert.

Taschenbuch der praktischen Photographie.

Ein Leitfaden für Anfänger und Fortgeschrittene.

Von

Dr. E. Vogel.

5. verbesserte Auflage. 1898. (11.—13. Tausend.)
Mit vielen Figuren und 5 Tafeln. Klein-Oktav.
In rotem, biegsamem Leinenband. Preis 3 Mark.

Die vielfachen Fortschritte seit Erscheinen der letzten Auflage dieses bewährten Ratgebers sind in der vorliegenden 5. Auflage eingehend und kritisch berücksichtigt worden. Manche, der praktischen Brauchbarkeit des Büchleins dienende Verbesserungen und Vervollkommnungen sind vorgenommen und eine Anzahl instruktiver Tafeln zum besseren Verständnis für den Anfänger eingefügt.

Das Buch wird in der neuen Auflage allen Lernenden ein vortrefflicher Leitfaden sein, allen fortgeschrittenen Amateuren und Fachleuten eine Fülle von neuem Material und zuverlässigen erprobten Rezepten bieten.

Verlag von Gustav Schmidt (vorm. Robert Oppenheim), Berlin SW. 46.

Handbuch der Photographie

von

Prof. Dr. H. W. Vogel,

Vorsteher des Photochemischen Laboratoriums der Kgl. Technischen Hochschule zu Berlin.

4. vermehrte und verbesserte Auflage.

I. Teil: **Photochemie und Beschreibung der photographischen Chemikalien.** Ein Gross-Oktavband von ca. 22 Bogen mit 13 Tafeln, 1 Farbendruck, sowie 9 Lichtdrucken und 22 Holzschnitten im Text. **Geheftet M. 10.—; gebunden M. 11.50.** (1890.)

II. Teil: **Das Licht im Dienste der Photographie und die neuesten Fortschritte der photographischen Optik.** Ein Gross-Oktavband von 350 Seiten mit vielen Figuren und 1 Naturfarbendruck von W. Kurz in New-York. **Geheftet M. 9.—; gebunden M. 10.50.** (1893.)

Ergänzungsband hierzu:

Schröder, Dr. H., Die Elemente der photographischen Optik. Enthaltend eine gemeinverständliche Darstellung der Einrichtung photographischer Linsensysteme, sowie Angabe über Prüfung derselben. Nach dem neuesten Standpunkt der Wissenschaft und Technik bearbeitet. Ca. 15 Bogen Gross-Oktav. Mit 85 Figuren im Text. **Geheftet M. 6.—; gebunden M. 7.50.**

III. Teil: **Die photographische Praxis.** Abteilung I: a) Die photographischen Arbeitsräume und Geräte. b) Der photographische Negativprozess mit Kollodium und Gelatine-Emulsion. Etwa 20 Bogen in Gross-Oktav mit vielen Abbildungen. **Geheftet M. 8.—; gebunden M. 9.50.** (1897.)

Abteilung II in Vorbereitung.

IV. Teil: **Photographische Kunstlehre** oder die künstlerischen Grundsätze der Lichtbildnerei. Für Fachmänner und Liebhaber bearbeitet. Ein Gross-Oktavband von ca. 14 Bogen mit drei Kunstbeilagen und etwa 166 Abbildungen im Text. **Geheftet M. 6.—; gebunden M. 7.50.** (1891.)

Weitere Werke von H. W. Vogel:

Die Photographie nach farbigen Gegenständen in den richtigen Tonverhältnissen. Handbuch der farbenempfindlichen (isochromatischen und orthochromatischen) Verfahren. Mit 1 Farbendruckbeilage, 2 danach gefertigten Photographien und 15 Holzstichen. 8°. **M. 4.—.**

Praktische Spektralanalyse irdischer Stoffe. Anleitung zur Benutzung der Spektralapparate in der qualitativen und quantitativen chemischen Analyse organischer und unorganischer Körper in Hüttenwerken, bei der Prüfung von Mineralien, Farbstoffen, Arzneimitteln, Nahrungsmitteln, bei physikalischen und physiologischen Untersuchungen u. s. w. Mit 194 Holzstichen und 5 Tafeln. **2. Aufl.** I. Teil: Qualitative Spektralanalyse. **Geheftet M. 11.50; gebunden M. 13.—.**

Verlag von Gustav Schmidt (vorm. Robert Oppenheim), Berlin SW. 46.

Photographische Bibliothek

Sammlung kurzer photographischer Spezialwerke.

Bisher erschienen:

No. 1: **Vogel, H. W., Das photographische Pigmentverfahren** und seine Anwendungen im Lichtpressendruck. 3. Aufl. Mit vielen Figuren. 1892. Geh. M. 3,—. Geb. M. 3,50.

No. 2: **Grashoff, Joh., Die Retouche von Photographien.** Anleitung zum Ausarbeiten von Photographien, sowie zum Kolorieren und Übermalen derselben mit Aquarell-, Eiweiss- und Ölfarben. Mit 2 Photographien. 8. Aufl. 1894. Geh. M. 2,50. Geb. M. 3.—.

No. 3: **Bergling, C. E., Stereoskopie für Amateur-Photographen.** 1896. Mit 23 Figuren. Geh. M. 1,20. Geb. M. 1,65.

No. 4: **Niemann, A., Die photographische Ausrüstung des Forschungsreisenden.** Mit besonderer Berücksichtigung der Tropen. Mit 27 Figuren. 1896. Geh. M. 1,80. Geb. M. 2,25.

No. 5: **Schultz-Hencke, D., Anleitung zur photographischen Retouche** und zum Übermalen von Photographien. 3. umgearbeitete Auflage von Kopkes Anleitung zum Retouchieren. Mit 2 Lichtdrucktafeln und 21 Fig. im Text. 1897. Geh. M. 2,50. Geb. M. 3,—.

No. 6: **Parzer-Mühlbacher, A., Photographische Aufnahme und Projektion mit Röntgenstrahlen** mittelst der Influenz-Elektrisiermaschine. Eine Anleitung für die Praxis. Mit 10 Tafeln nach Original-Aufnahmen des Verfassers und 15 Figuren im Text. 1897. Geh. M. 1,80. Geb. M. 2,25.

No. 7: **Hanneke, P., Das Celloidinpapier,** seine Herstellung und Verarbeitung. Mit besonderer Berücksichtigung der Anfertigung von Mattpapier, sowie des Platinprozesses. Mit 15 Figuren im Text. 1897. Geh. M. 3,—. Geb. M. 3,50.

No. 8: **Gaedicke, J., Das Platinverfahren in der Photographie.** Eine Anleitung für Anfänger. Nach A. Horsley Hinton's Buch »The Platinotype Process«. Mit 4 Figuren im Text und 2 Lichtdrucktafeln. 1897. Geh. M. 1,80. Geb. M. 2,25.

In Kürze erscheint **Band 9:**

Schmidt, Hans, Das Fernobjektiv im Porträt-, Architektur- und Landschaftsfache. Auf Grund eigener praktischer Erfahrungen ausgearbeitet. Mit vielen Figuren und Tafeln. Preis etwa M. 3,60.

Die Sammlung wird fortgesetzt.

Verlag von Gustav Schmidt (vorm. Robert Oppenheim), Berlin SW. 46.

(1896)

Künstlerische Landschafts-Photographie

in Studium und Praxis.

Von **A. Horsley Hinton.**

Autorisierte Übersetzung aus dem Englischen von **E. Taube.**

Mit 11 Reproduktionen nach Originalen des Verfassers.

Nebst Einführung von **Otto Rau.**

Elegant broschiert **M. 4 —,** in Ganzleinenband **M. 5.—.**

Das Buch behandelt u. a. folgende Themata: Die Beschaffenheit des Motivs. — Linien, die in das Bild hineinführen, Landstrassen u. s. w. — Wagenspuren — Über Nutzen und Zweck der horizontalen Linien — Die Behandlung der Bäume — Die Behandlung der Ferne — Ton und Luftperspektive — Wolken in der Landschaft — Figuren in der Landschaft.

(1896)

Photographische Chemie und Chemikalienkunde

von **Adolf Hertzka.**

Vier Teile in einem Bande, enthaltend:

Allgemeine Chemie — Photochemie — Chemikalienkunde — Analyse.

Etwa **600** Seiten in Gross-Oktav mit **63** Figuren.

Broschiert **M. 12.—,** gebunden **M. 14.—.**

Der **praktische Photograph** und **Amateur,** andererseits aber auch **Fabrikanten, Chemiker,** überhaupt alle Berufszweige, die zur Photographie in irgend welcher Beziehung stehen, werden von dem Inhalte den grössten Nutzen ziehen können.

(1898)

Die Hand-Camera (Detektiv-Camera)

und ihre Anwendung für die

Moment-Photographie

sowie die Beschreibung ihrer Einichtung, der einzelnen Bestandteile und Anwendung zu Hause und auf Reisen

von **Dr. R. Krügener**

Frankfurt a. M.-Bockenheim.

Mit vielen Figuren im Text. Elegant kartoniert **M. 3.—.**

In dem vorliegenden Werkchen, wie es in seiner Art bis heute noch fehlte, hat der Verfasser sich die Aufgabe gestellt, dem Liebhaber der Photographie, speziell der Moment-Photographie, einen vollständigen Überblick zu geben über die verschiedenen Arten der Hand-Camera und ihre Einrichtung, sowie eine Beschreibung ihrer einzelnen Bestandteile, z. B. Objektiv, Momentverschluss, Sucher etc. Ferner giebt das Buch Belehrung über das verschiedene empfindliche Material, sowie Anleitung, die Camera richtig zu behandeln und wie die verschiedenen Aufnahmen, als Strassenscenen, Landschaften, Sport-, Tier-, Blitzlicht-Bilder etc. damit zu machen sind. Auch der Anwendung der Hand-Camera auf Reisen ist gedacht.



24.11.95
BUCHBINDEREI
OBERMEIER
Benzstrasse 2
84056 Rottenburg
Telefon 08781 / 5 50
Bucheinbände nach RAL RG 495

BSB Bayerische StaatsBibliothek
MDZ Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Kaiserling, Carl

Praktikum der wissenschaftlichen Photographie

Berlin 1898

Art. 154 ql
urn:nbn:de:bvb:12-bsb00081258-8

Die PDF-Datei kann elektronisch durchsucht werden.